





INSTITUTIONUM
ELEMENTARIUM
PHILOSOPHIÆ

AD USUM STUDIOSÆ JUVENTUTIS

AB ANDREA DE GUEVARA

ET BASOAZABAL,

GUANAXUATENSI PRESBYTERO.

D. Luis Bermudo

TOMUS TERTIUS,

COMPLECTENS

PHYSICAM GENERALEM.



MATRITI

EX TYPOGRAPHIA REGIA.

1829.

PHYSICÆ GENERALIS

PROLEGOMENA.

§. I.

De notione, ac divisione Physicæ.

1 Physica à greco φύσις ductum vocabulum, quod latinis *naturam* significat, *naturæ scientia* definiri potest. Naturam autem hic pro rerum corporearum congerie accipimus, prout adspectabilem hanc universi fabricam componunt, mirabilesque effectus edunt philosophica consideratione dignos. "Nam, ut ait Tullius, inest in eadem explicatione naturæ insatiabilis quædam voluptas, in qua confand[illegible] [illegible] necessariis vacui, negotiis [illegible] interceden[illegible] [illegible]iter possumus vivere.... Quam multa [illegible] iis quæ gignuntur è terra? Quam multa, quamque de rebus variis, et causæ, cur quidqu[illegible] [illegible]dat monstrationes, quemadmodum Observatio est qua ex omni copia, plurima et [illegible]ro conami[illegible] gumenta sumuntur ad cujusque rei na[illegible] explicandam?" *De Fin. lib. 4. cap. 5.*

2 In hac autem rerum corporearum universitate duplicis generis proprietates animadvertimus, quæ corporibus convenire possunt: *universales* nimirum ac *peculiares*, prout vel omnibus corporibus constanter inesse, aut qui-

busdam dumtaxat speciebus convenire internoscimus. Ad proprietates universales quod attinet, vel constantes illæ sunt, nullo augmento aut decremento in corporibus existentes, aut variabiles secundum intensionem: primi generis sunt *extensio*, *impenetrabilitas*, *vis inertiæ*, *mobilitas*, *quietis*, *ac figuræ capacitas*, sive ut dici solet, *quiescibilitas*, *ac figurabilitas:* alterius autem *gravitas*, *et attractio*, ac *vis repulsiva*, si quæ sunt in rerum natura. *Peculiares* proprietates longum esset numerare; satis sit *fluiditatem*, *elasticitatem*, *duritiem* in exemplum vocare.

3 Schol. Non continuò si qualitates generales sint, omnibus corporibus convenientes, ad essentiam corporis pertinere dicendæ sunt. Potest enim fieri, ut proprietates quædam constantes sint, quin ad essentiam corporis accenseantur. Perpauca enim de rerum attributis es[illegible]endum est? [illegible]ni rimari datum est, ut in me[illegible] adsit, ne[illegible]mus (26): quamobrem inutiles pro[illegible] existimo hujusmodi disquisitiones, quæ in indagandis rerum essentiis versantur, nec nisi terendo tempori, atque altercationibus [illegible]n protrahendis aptæ sunt. Quod [illegible]ntimas illas proprietates earumdemque [illegible]es, quæ omninò à conspicuis effectibus, experientia, ac observatione liquidò deduci non possunt, applicatum volumus. Extensum esse corpus scio: quomodo autem ab inextensis extensum componatur, parum refert indagare, Plerumque enim in *logomachias* incidunt hujusmodi controversiarum inquisitores: ut illa,

ni fallor, est modò citata de punctis inextensis, in cujus ambigua *inextensorum* notione totius difficultatis cardo vertitur.

4 Ex hactenus dictis spontè divisio Physicæ in *generalem ac particularem* descendit. Quæ proprietates generales corporum contemplatur, generalis audit: altera, quæ ad peculiares aliquorum corporum naturas inquirendas deflectit, Physica *particularis* recepto vocabulo insignitur. Porrò utraque tam *generalis*, quam *particularis* physica duplici modo tractari potest: aut enim tentamine facto naturam indagare, ac ejus secreta extorquere conamur, et tum *experimentalis* Physica dicitur; aut expositis ab aliis, aut á nobis factis experimentis, in eorumdem causas inquirimus, ac inventas explicamus, quod *dogmaticæ*, sive *theoreticæ* munus est.

5 Schol. *Experimentum*, *observatio*, *phænomenon* voces sunt in physica fre[illegible] usurpari solitæ: ne vero temerè c[illegible]ethodus meris [illegible]robè notandum est discrimen in conclusion[illegible]perimenta inter, et observationes. *Experimentum* industriam poscit in operante, qui tentamine aliquo effectus elicit anteà non existentes; ut machina electrica fieri videmus. *Observatio* est inspectio effectus à natura nullo nostro conamine editi, ut eclipsium, auroræ borealis etc. contemplatio. *Phænomenon* utrumquè comprehendit; est enim apparentia cujusvis effectus, sive arte conquisiti, sive à natura spontè nascentis. Hinc physica scientia phænomenorum dici posset, quatenus ex his ad penitiores causas inda-

gandas manu ducitur physicus. Nec enim experimenta instituerentur, aut natura observaretur à physicis oblectamenti dumtaxat causa, nisi uberiores fructus ab experimentis, ac observationibus colligerentur. Penitiores tamen causas illas voco, non quæ rerum ultimam veluti analysim continent, quandoquidem hujusmodi plerumque humani intellectus aciem penitus fugiunt; sed mediatas illas, in quas licet incurrere, quin ad inextricabilem commentorum labyrinthum delabamur. Corpora omnia etiam, quæ levissima videntur, ut aer, versus terræ centrum gravitare experimentis compertum est: gravitatis hunc effectum esse ratiocinando deducimus; illiusque effectus in descensu gravium accuratis legibus subductos habemus. Quid mea interest in gravitatis hujus causam inquirere, quam post tot philosophicas lites ad unum omnes ignorant; ac tandem ad Dei legem liberrimè naturæ impositam demum confugiendum est? Quod si adhuc alia causa intermedia adsit, nec multum juvat illam novisse, et immensis etiam conatibus adhibitis æternum adhuc jacebit tenebris involuta naturæ.

§. II.

De recta methodo philosophandi.

6 Mirum est, quot dissidia Cartesii inter ac Newtonii sectatores de usu hypotheseon concitata sunt, fluctus magnos plerumque in simpulo excitantes, ut quisque partes suas pro virili parte tuerentur. Cartesius hypotheses ada-

mavit, ex hisque physicam suam construxit, quam *hypotheticam* jurè possis appellare. Sanè ex eo quod, quibusdam positis, aliud quidpiam sequatur, illum tantum evinces, consequentias legitimas esse, si antecedentia vera sunt. Prius autem hoc probandum fuisset, antequam pro veris conclusiones illæ statuerentur. Perspicuum enim est, è pluribus hypothesibus eamdem thesim obtineri, ex quibus tamen nonnisi una vera esse potest. Corpora terrestria versus telluris centrum adigi possunt vel à materia ætherea, quam subtilem vocant Cartesiani, in vortices propè terram circumacta, vel ab attractione materiæ terrestris, vel à gravitate cujusque corporis, si hanc ab attractione distinguere placeat. Rectène deducam, materiam subtilem existere, ex eo quod in vortices acta, corpora versus terræ centrum propellerentur? Minimè hoc quidem, nisi prius reapse hujusmodi materiæ vortices existere demonstravero.

7 Schol. Philosophandi methodus meris hypothesibus nixa à *priori* suas conclusiones deducit: ponens quippe causam, à qua effectus possit oriri, ab illa existentiam ejus ducit; contrà vero, qui ab effectis in causas inquirunt, à *posteriori* ratiocinantur, quæ in rebus physicis, amore partium remoto, aptior methodus censenda est. Physicus enim, quod ajebat Cotta in 1. de Nat. Deor. cap 30, *speculator, ac venator* est naturæ; ac proindè ejus vestigia premere debet. Hujusmodi via processise Newtonum, in regulis philosophandi mox videbimus, quas ipse in principiorum libro tertio exposuit.

Neque tamen ob id Newtonum ab omni errore immunem, aut clausis oculis sequendum ducimus, nisi à veritate ejus placita stare constiterint. Quod si nec veritas omninò affulserit, verosimiliora saltem adoptanda erunt, donec meliora proponantur.

8. Non omnibus ea manum dexteritas, instrumentorum copia, aut res quæsitas inveniendi felicitas contingit, quæ ad experimenta celebranda dotes sunt singulares, sine quibus parum aut nihil in experiendo profeceris. Quamobrem plerumque standum est celebrioribus experimentis ab Academiis institutis aut approbatis, quorum ope ad speculandam naturam tutò accedere possumus. Quis enim exigat à physico, ut ipse proprio tentamine omnia, quæ profert, quasi oculatus testis inspexerit? Quare id unum præcavendum, ne ex his, quæ pleno assensu ab omnibus recipiuntur, conclusiones deducamus, nisi liquidò constiterit prono alveo ex ipsis descendere; aut saltem siquid verosimile videatur, ut tale proponamus, quin temerè ad id tamquam certum asserendum prolabamur, quod incertis, aut nutantibus conjecturis innititur. Nec ideò minus verum erit, quod verecundè, ac modestè proponas: contrà verò magno dedecori esset arroganti asseveratione tamquam certum buccinare miseræ hallucinationis fœtus, ut posteà à sapientibus irridearis.

§. III.

De regulis philosophandi.

9 Prima lex. "Effectum naturalium illæ tantum admittendæ sunt causæ, quæ veræ sint, ac explicandis phænomenis sufficiant." Ob hanc regulam meritò excluduntur in philosophia causæ illæ possibiles, è quibus explicatio phænomeni alicujus peti posset (6). Materiam, ac motum requirebat Cartesius, ut mundum fabricaret: tot profectò ex his duobus in rerum natura derivari possunt conjugationes, quæ etiam Cartesii idealem mundum excuderent. Ceterum hic non igitur de rerum possibilitate, quod objectum est metaphysicæ considerationis; sed quid in rebus existat, ostendere oportet. Undè remotis hypothesibus, ab effectis ostendendum est, quid demum naturam contineat, aut molita sit, seclusis arbitrariis commentis.

Altera etiam regulæ pars sedulo est ponderanda, ne inutilibus altercationibus implicemur. Causas hic sufficientes exposcimus, quibus assignatis omnino quiescendum, nec ultrà inventas aliæ intrudendæ sunt. Nam, ut in Metaph. art. 654 diximus, ad sapientiam Dei pertinet media ita aptè disponere ad finis consequutionem, ut nihil frustrà sit in rerum molitione operatus. Quare causis *adæquatis* inventis, reliquæ ut superfluæ rejiciendæ sunt: cui enim bono existerent? Effectus ne productioni adjuvandæ? at hic causas jam habet sufficientes.

Naturæ fœcunditati explicandæ? enimverò natura in effectibus fœcundissima, in causarum administratione parcissima est. At, inquies, plura sunt exempla, quibus ostenditur falsum esse illud axioma, *frustra fiunt per plura, quæ fieri possunt per pauciora*, quæ abundè congerit Cominale; ut generatio, quæ ferè in omnibus animalium generibus diversa est. Maximè, inquam, si etiam in hac fœcunditate naturæ diversitatem illam necessariam non fuisse ostendas aliquo saltem ex capite. Sanè in his etiam, quæ in exemplum adducuntur hujusmodi regulam observari est manifestum: *est in juvencis, est in equis patrum virtus; nec imbellem progenerant aquilæ columbam.* Ubicumque illa diversitas observatur, ob aliquam rationem sufficientem inductam esse comperimus, quæ etiam ratio est: cur *per pauciora fieri possit.*

10 Lex II. "Effectum naturalium ejusdem generis eadem sunt causæ, dummodò constet ejusdem esse generis, nec effectus ambiguus sit." Exemplum esto respiratio, gravitas, aliique effectus, quos ubiquè terrarum ab eadem causa provenire, fatentur omnes. Quod si ambiguitas quædam supersit, *analogiam* extendere ultrà terminos suos non debemus: tum enim non constat ejusdem generis effectus esse, quod in regula possuimus, ut viam cavillationibus à partium amore nascentibus obstrueremus. Equidem in horologio automato indicis motio, aut ab elaterio, aut à ponderibus, aut etiam ab aquæ, aut alterius corporis motu obtineri potest; ut in *itinerologiis*, sivè machinis ad mo-

dum horologii milliaria decursa ostendentibus est manifestum. Sanè abusus analogiæ analogiam pessundare non potest. Si enim præcipitanter, ac temerè definiam ob similitudinem unius cum alio ab eadem causa effectum provenire, abutor regula, quæ rectissima est, ac ferè totius vitæ humanæ actiones dirigit.

Explicatione hactenus tradita satisfactum iri Cominalis animadversionibus puto, qui plura congerit exempla effectuum ambiguorum, qui certè non sunt ejusdem generis, ut adustio frondium à calore, et à frigore etc., quæ quidem si ejusdem generis effectus dicendi sunt, etiam scorbuto, phtysi, aut tabe morientes ejusdem generis infirmitate interire, affirmare licebit. Undè quædam apparens similitudo in effectibus sufficiens fundamentum non est ad argumentum ab analogia deducendum, ipsisque causam eamdem assignandam. Sed hoc magis sensu communi, quam regulis præstandum est.

11 Lex III. "Qualitates, quæ in omnibus corporibus, in quibus experimenta capere licet, sine ullo qualitatum augmento, vel decremento observantur, inter affectiones generales corporum habendæ sunt." Universæ physicæ hæc inductionis lex fundamentum existit, qua negata in pyrrhonismum delabi pronum est. Ne tamen temerè usurpetur, quædam animadvertenda occurrunt, quibus abusui aditus præcludatur. I. Ut lex inductionis legitima censeatur, debet constans deprehendi in omnibus casibus, in quibus experimentum capere licet; quæ qui-

dem non ad singulares quosdam effectus solum extendantur, verum in pluribus corporibus tentamen fiat, ac semper iidem effectus observentur. II. Qualitates illæ invariabiles esse, aut saltem constanti lege augeri, aut minui debent: nam quæ variantibus effectibus eduntur, ita possunt decrescere, ut etiam evanescant: velut in calore ac frigore fieri videmus. Oppositum in gravitate observamus, cujus leges constantes sunt, etiam in suis varietatibus. III. Qualitates quædam sunt, quas ab ipsa notione corporis fluere concipimus, puta partium coagmentatio, è simplicibus compositio: hujusmodi proprietates ad corpora etiam à sensibus remota tutò applicare atque extendere possumus. Secus dicendum de illis qualitatibus, quas tantum sensibus usurpamus; quasque nonnisi periculo facto ad corpora diversa ab eis, in quibus illas deprehendimus, extendere licet.

Eleganter Boschovichius Physicam scientiæ divinandi arcanas scriptionis notas comparat: quæ non nisi iteratis tentaminibus ac sæpiùs irritis procedit. "Universam, inquit, hanc artem, quæ in naturam inquirit, simillimam esse arbitramur arti illi, quæ epistolas secretis notis conscriptas, quas vulgò cyphras vocant, enucleandas suscipit: uti conjectando primum, et plures positiones inter se conferendo, ad vocularum quarumdam expositionem devenitur; tum illas ipsas positiones retinendo pro reliquis, jam corrigendo, paulatim per frequentisimos errores devenitur tandem ad clavem aliquam generalem, quæ idoneum sensum aperiat; quo

ubi deventum sit, clavis illa ipsa habetur pro vera, nisi quid in contrarium occurrat. Idem in naturæ investigatione contingit." Dissert. De lumine Par. I. num. 27. Ut autem magis ad peculiares causas lex exposita coarctetur, esto

12 Lex IV. "In philosophia experimentali propositiones ex phænomenis ope inductionum collectæ, non obstantibus contrariis hypothesibus, pro veris aut accuratè, aut quam proximè haberi debent, donec alia occurrant phænomena, quibus aut accuratiores reddantur, aut exceptionibus obnoxiæ." Inter hunc canonem et præcedentem illud interest discrimen, quod ibi agitur de communibus corporum proprietatibus, ut scilicet illæ tales habeantur, quas omnibus cognitis corporibus convenire comperimus: hic verò ad peculiares casus, in quibus ex observationibus, ac experimentis conclusiones eruendæ sunt, ad explicanda phænomena descendimus: sive ex generalibus corporum qualitatibus proveniant, sive ad peculiares causas recurrere oporteat.

13 Schol. Cave credas omnes hypotheses à philosophia exulare debere. Illæ tantum meritò profligantur, quæ non satis firmo fundamento nituntur, aut prius excogitantur, quam natura consulatur; ad easque reluctantem etiam trahere volumus. Quod si debita cautela adhibita procedamus, hanc veniam petimusque, damusque vicissim, ut hypotheses ad effectus explicandos, sive causas inquirendas proponantur. Sic astronomi circulis ellipses in motu planetarum explicando substituerunt, primum hy-

pothetice tentando, num observationibus motus in curva elliptica responderet, quod postea quam feliciter inventum fuit recte procedere, ab hypothesi ad thesim descensum est. Sic Hugenius detecta irregulari figura Saturni, nunc orbicularis, nunc arcuati apparentis, ansarumque latitudinem et contrahi et produci; annulo circumdatum posuit, qui juxta diversas ad oculum positiones hæc ederet phænomena; quod posteà feliciter inventum, ac omnibus observationibus satisfacere animadversum fuit; atque adeò inter pacta conventa astronomiæ physicæ ab omnibus recensetur.

DISSERTATIO I.

DE CORPORIS NATURA, EJUSQUE PROPRIETATIBUS.

CAPUT PRIMUM.

De notionibus generalibus corporis.

14 Corporis nomine, ut in Metaph. art. 252 docuimus, id intelligimus, quod sensus nostros quoquo modo afficere valet. Inibi etiam reliquas notiones metaphysicas ad corporis naturam spectantes tradidimus, quas recole, ne eadem repetamus. Ceterum *materiæ*, *substantiæ materialis*, *corporis* notiones hic luculentiùs explanare oportet, prout ad physicam considerationem magis accedunt. Quamvis enim in suo conceptu abstracto fere idem objectum repræsentent, ac promiscuè etiam plerumque adhibeantur; non abs re erit ideas ipsis respondentes enucleare.

15 *Materiæ* notio abstracta est, neque ullam præsefert notam, qua aliquid determinatum concipiamus: unde Aristoteles non incongruè illam describit in lib 1. Phys. tex. 82. "Dico materiam primum subjectum uniuscujusque,

ex quo fit aliquid, quum insit non secundum accidens." Materiam enim concipimus illud, ex quo aliquid fit, quod in sua notione nihil determinatum præsentat, debetque ab alio in individua alicujus entis specie collocari. *Substantia materialis* notionem minus abstractam indicat, ut sit veluti portio materiæ per se subsistentis, ac sensus nostros afficientis. *Corporis* verò idea conjunctionem substantiæ materialis in determinata jam specie constitutæ semper repræsentat. Hinc elementum seu atomus materia quidem dici potest, corpus verò non potest. (Meth. 253).

16 Per naturam tam materiæ, quam corporis hic intelligo proprietates illas conspicuas, quibus nobis repræsentamus tam substantiam materialem, quam corpus; nihil solliciti, quænam essentia sit materiæ, aut corporis, quod in quæstiones inextricabiles nos immergeret nullo scientiæ physicæ emolumento. Id enim experientia comprobamus quotidiana, post longas concertationes de rerum definitionibus, ac essentiis, ignotum remanere ac indissolutum objectum controversiæ; perindeque omnia posteà incedere, ac si nihil statutum fuisset.

17 Elementa corporum triplicis generis distinguo: metaphysica, insensibilia, ac figurata. Primi generis sunt principia metaphysica illa, quæ tot sæcula exercuerunt recentium Peripateticorum ingenia, ut corporis tam *in fieri*, quam *in facto esse*, ut ajebant, principia investigarent. *Insensibilia* voco materiæ atomos, seu particulas, ex quibus substantiæ compositæ coa-

lescunt; quas simplices esse, ac insectiles, Metaph. art. 169 ostendimus ex principiis art. 85 præjactis. Figurata demum, seu, ut alii vocant, *mechanica*, particulæ illæ sunt, quæ ex resolutione corporum extrahuntur, nec vi humana ad ulteriorem transformationem adduci possunt.

18 Corol. In notione igitur corporis, prout à nobis concipitur, tria hujusmodi principia facilè discernuntur. Si enim corpus in statu abstracto consideremus, prius materiam, ex qua fiat, nullis modificationibus affectam nobis repræsentemus, oportet, quæ deindè ad determinatam corporis speciem transeat per elementorum coagmentationem, è qua illius configuratio seu *forma substantialis*, corpus in tali specie collocans, derivatur. Deinde quoniam omne compositum è simplicibus oriri debet, (Metaph. 85), pronum est, omnia corpora ex insensibilibus atomis, seu elementis coalescere. Demum hujusmodi simplices substantiæ aciem sensuum nostrorum fugientes, nisi ad molem sensibilem adducantur, sensus afficere non possunt; undè in eo statu, quo primum conspicuæ nobis exhibentur, *mechanismi* corporum principia esse dicimus.

19 Rursus corpora aut *simplicia* sunt, aut *mixta*. Simplicia vocamus, quæ unius tantum generis molleculis coalescere videntur, ut lux, aer, ignis. Mixta ex aliis heterogeneis corpusculis coagmentantur. Partes corpus constituentes, aut *essentiales* sunt, ex quibus in tali specie constituitur, nec sine illis concipi potest, ut molleculæ lucis è septena configuratione dispo-

sitæ: aut *integrantes*, quæ molem augent, aut minuunt, quælibet tamen perfectam corporis rationem includit. Hinc remotis ab invicem partibus essentialibus, talis species corporis dissolvitur; non item si removeris integralia.

20 Sunt etiam species aliæ corporum generaliores, puta solida, fluida, liquida, mollia, dura. Quorum partes constanti nexu adhærent, *solida* dicuntur: *fluida* verò particularum volubilitate insignia sunt, ut aer, ignis, lux. *Liquida* illa vocamus, quæ quum fluida sint, in sensibilem massam conflantur, atque ad libellam componuntur, puta aqua, oleum, metalla fusa etc. Hinc omne liquidum fluidum est, non item contrà, nisi poetis, quibus quidlibet audendi semper fuit æqua potestas. Corpus *molle* medium quoddam est inter solidum, ac liquidum de utroque participans, ut lutum. *Durum* hic pro corpore resistente sumitur, quod *solidum* in sua notione non includit. Caro solida est, non tamen dura: utrumque ossibus convenit.

CAPUT SECUNDUM.

De principiis corporum.

21 Statutis jam notionibus triplicis generis principiorum, quæ art. 17 dedimus, historicè hic magis, quam disputantes dabimus, quæ de principiis corporum commenti sunt philosophi. Et primò quidem quod ad principia illa metaphysica attinet, res tanti momenti non erat, quæ tot concertationes excitare deberet.

Perspicuum quidem est, antequam corpus concipiatur in natura sua constitutum, materiam nos intelligere in *abstracta* sua notione, nulla configuratione insignem, ac proindè forma carentem: deindè quum jam est modificationibus quasi perpolita, in aliqua corporum classe collocatam intelligimus. Unde *materiam*, ac *privationem* formæ corporis faciendi, seu *in fieri*, principia dixere pèripatetici arabes; *materiam* autem et *formam* corporis jam facti, seu *in facto*. Hæ sunt notiones abstractæ, quas per me asserant, licet, peripatetici: illis enim nullus contradico.

22 Ad formam substantialem peripateticorum quod attinet, verbis quidem pugnare, ratione autem cum recentibus philosophis convenire puto, ut in Metaphysica, ubi de anima brutorum disserui, apertis verbis edixi. Quocumque enim te vertas, *substantialem* illam *formam* de *potentia*, ut ajebant *materiæ eductam* puræ putæ sunt materiæ, seu substantiæ modificationes, vi quarum in peculiari corporum classe constituitur. Quid enim, amabo, eductio illa aliud esse potest, quam transmutatio elementorum ab uno ad alterum statum? Ni ita esset, causis secundis virtus creandi, atque in nihilum reducendi competeret; quod dogma philosophorum omnium auctoritate firmatum ab humani generis exordio convelleret: "E nihilo nihil, in nihilum nihil posse reverti." Nam si aliud præter elementorum materiæ mutationem causæ creatæ producere possent, substantiam aliquam producerent, quæ non erat:

hæc autem genuina notio creationis est; creandi igitur virtute pollerent. Distinctio autem illa ex *nihilo sui*, *et ex nihilo subjecti* mera verba sunt, quæ nihil dicunt, nisi id, quod controvertitur. Quid enim est producere ex præsupposito subjecto? est ne novam substantiam producere, aut latentem educere? Si primum dixeris, creatio est: si alterum, in modificationes recentiorum incidis; nisi de verbis contendere placeat. Sed hæc hactenus.

23 Ad elementa seu principia physica, et mechanica venientes, celebriores philosophorum sententias, quas jam in historia philosophiæ, tomo primo operis præfixa, delibavimus, hic exponemus, omissis aliis quæ, ut opinionum commenta, delevit dies. Thales Milesius, sectæ jonicæ princeps, aquam dixit corporum omnium mechanicum principium. Exoleverat omninò hujusmodi opinamentum, quum Vanhelmontius Bruxellensis è pulvere illud excitavit celebri illo experimento. Summa diligentia terram exiccatam, atque ad lancis fidem pondere priùs examinato ad 200 libras, in vase occlusit, meatibus tantum relictis, ut aquam, et aerem exciperet ramus salicis 5. lib. in eodem plantatus. Deinde postquam magnum incrementum ramus acceperat, ponderata denuò fuit terra, et ejusdem inventa ponderis, quod primum habuerat: unde totum illud incrementum salicis ad 169 lib. et circiter uncias tres, sivè 164, detractis 5, primitivi ponderis; nec tamen in eo incremento computatis foliis, quæ totis quatuor autumnis deciderant;

aquæ tribuendum deduxit Vanhelmontius, ac proinde omnia corpora ex aqua tamquam principio, aere tamquam vehiculo coalescere cum Thalete posuit. Debuerat tamen magnam illam copiam salium, oleorum ac terræ imperceptibilis computare, quæ in aqua semper delitescit, ac vegetantia omnia alere, ac nutrire compertum est. Magnam etiam copiam in aere hujusmodi corpusculorum ultro citroque vehi, res est physicis notissima, quæ per poros foliorum, maximè humente cœlo, in plantas transmeare expertus est Hales, ut legere licet in libro, quem *Vegetabilium staticam* appellavit.

24 Empedocles atque Aristoteles terram, aquam, ignem, aerem pro corporum principiis sensibilibus statuerunt, quorum postremis hisce temporibus opinionem Honoratus Fabri è Soc. Jesu illustravit, atque, ut ait Para, qui et ipse calculum adjungit, mirum sanè videbitur, post recenter observata à Boylæo, Halesio, Bechero, Sthalio, et à superiorum ætatum celebrioribus physicis et chemicis, nunc quoque admittenda esse tamquam principia corporum quatuor illa elementa, quæ Empedocles, et Aristoteles talia esse indicaverant tot sæculis, antequam chemicæ cognitiones illuxissent ad hanc veritatem confirmandam necessariæ. Enimverò quacumque ratione chemia corpora dissolvat, ac dividat, nihil ex his unquam præter quatuor hasce substantias eduxit. Initio quidem ac in prima analysi, puræ simplices aliæ ab aliis sejunctæ non obtinentur: at quæ à primis separationibus habentur, ite-

fixarum, necnon etiam circa aliquanto plures, quæ æquent numerum planetarum.

»Quum autem nullibi spatia omni corpore vacua esse possint, cumque rotundæ illæ materiæ particulæ simul junctæ perexigua quædam intervalla circa se relinquant; necesse est ista intervalla quibusdam aliis materiæ ramentis minutissimis, figuras ad ipsa implenda aptas habentibus, easque pro ratione loci occupandi perpetuò mutantibus, impleri. Nempè dum earum materiæ particularum, quæ fiunt rotundæ, anguli paulatim atteruntur (*eas enim initio sphæricas noluit ponere, ne vacuum quod cane pejus et angue horret, in natura locum haberet*) id quod ex ipsis eraditur adeò est minutum, et tantam celeritatem acquirit, ut sola vi sui motus in ramenta innumerabilia dividatur, sicque impleat omnes angulos, quos aliæ materiæ particulæ subingredi non possunt.

»Jam itaque duo habemus genera materiæ valdè diversa, quæ duo prima elementa hujus mundi adspectabilis dici possunt. Primum est illius, quæ tantam vim habet agitationis, ut aliis corporibus occurrendo in minutias indefinitæ parvitatis dividatur, et figuras suas ad omnes angulorum ab iis relictorum angustias implendas accommodet. Alterum est ejus, quæ divisa est in particulas sphæricas valdè quidem minutas, si cum iis corporibus, quæ oculis cernere possumus, comparentur, sed tamen certæ, ac determinatæ quantitatis, et divisibiles in alias multò minores. Tertium

constat ex partibus vel magis crassis, vel figuras minus ad motum aptas habentibus. Ex his tribus omnia hujus mundi adspectabilis corpora componi ostendemus: nempe solem, et stellas fixas ex primo, cœlos ex secundo, terram cum planetis, et cometis ex tertio." *Princip. part.* 3.

Habes basim Cartesiani systematis, quod ut ingeniosè inventum, ac philosophicis luminibus ornatum ubique sit, plura gratuitò supponit, non facilè in physicis admittenda. 1. Vacuum impossibile esse in natura. 2. Spatium et corpus idem esse: ac proinde ubicumque spatium concipimus, sine corpore intelligi non posse. 3. Eamdem in mundo quantitatem motus perseverare. 4. Motum sine vacuo dari posse. 5. Si materiæ ramenta attritu continuo ab exordio mundi invicem agunt, motus quantitate eadem permanente, tota quanta est materiæ moles in materiam primi elementi devenisset, nihilque secundi, ac tertii elementi ampliùs remaneret.

27 Principia chemica illa dicuntur, quæ ope resolutionis, igne admoto, obtinentur. Chemici in id incumbunt præcipuè, ut menstruis dissolventibus, igne, calore *mixta* (19) resolvant in ea elementa sensibilia (17), quæ intus latentia eorum substantiam componunt. Quinque principia ipsis solemnia sunt *mercurius*, *sulphur*, *sal et cum phlegmate terra*. *Mercurius* ipsis est substantia subtilissima, penetrans maxima sua mobilitate corpora, è cujus energica vi incrementum vegetationis præcipuè de-

rivatur, ac proinde vegetationis principium est. *Sulphur* vocant non quod vulgò intelligitur, sed substantiam, quæ inflammabilis sit, pinguis, odora, è qua præcipue inflammatio, ac odores corporum proveniunt; necnon temperies corporis, colorum varietas, pulchritudo, ac saporibus etiam variandis inservit. "*Sal* vocatur corpus, quod aqua potest dilui, igne autem fundi si non avolat prius in auras; quodque gustum humanum afficere valet eo sensu, quem saporem appellant," *inquit Boheravius*. Plures salium species distinguunt: *fixum* non facilè ad ignem evaporatur; *volatile* autem minima ignis actione in auras evanescit. *Acidum* linguam vellicat, aceti instar. *Alcalicum*, ab ægiptiaca herba *Kali*, è qua magna copia extrahitur, nomen desumptum, acido permixtum effervescentiam excitat. *Neutrum sal* olim dicebatur, quod justis partibus acidi, et alcalici constabat, ut sal commune, quo condiendis cibis utimur, nunc fere intelligunt acidorum genus substantiis terreis ac metallicis conjunctorum. Ceterum infinitum foret salium species inferiores describere. *Phlegma*, seu aqua, est substantia insipida, inodora, fluida, ac numquam inflammabilis. Demum *terram*, seu caput *mortuum*, substantiam fixam, aridam, prorsus inertem, ac gravem nuncupant, è qua soliditatem, ac pondus corporibus accedere credunt elementares chemici.

28 Quam verè à poeta Venusino dictum sit, *multa renascentur, quæ jam cecidere*, Anaxagoræ *Homeomeria* seu partium *similiarium*

systema demonstrat. Stili variandi gratia, Lucretii verbis Anaxagoræ sententiam exponam:

Nunc et Anaxagoræ scrutemur Homeomeriam,
Quam græci memorant, nec nostra dicere lingua
Concedit nobis patrii sermonis egestas:
Sed tamen ipsam rem facilè est exponere verbis,
Principium rerum quam dicit Homeomeriam:
Ossa videlicet è pauxillis, at minutis,
Ossibus: sic et de pauxillis, atque minutis
Visceribus viscus gigni, sanguemque creari,
Sanguinis inter se multis coeuntibus guttis
Ex aurique putat micis consistere posse
Aurum; et de terris terram consistere parvis,
Ignibus ex ignem: humorem ex humoribus esse.
Cætera consimili fingit ratione, putatque.

Rem in cortice deprehendisse Lucretium, si Param audiamus, ex impugnatione, quam subnectit Homeomeriæ, manifestum est; quin reconditum sensum enuclearet. Nam id demum Anaxagoras docebat, in materia partes similes se attrahere, atque conjungere: ex quibus affinitate quadam interveniente, diversæ in corporibus partes coagmentarentur. Corpus humanum ex. gr. formatur, et viget, quia alimenta, quibus alitur, partes continent omnino similes integrantibus partibus sanguinis, venarum, ossium, nervorum etc. Particulæ hæ *similares* alimentis mixtæ, et confusæ per corpus humanum, postquam à chylo in sanguinem transeunt, discurrunt, ac partibus similibus adhærescunt, unde nutritio, vegetatio consequuntur. "Pote-

ratne humana mens, inquit laudatus Para, Anaxagoræ ætate quidpiam hac hypothesi elegantius excogitare? Si nondum in hac vera physica è tenebris emersa apparet, hic jam elucet præter Dei naturæ Auctoris actionem, magni Newtoni attractionis germen, tum chemicarum affinitatum, et mollecularum organicarum celebris Buffonii."

29 Paucis abhinc annis in lucem prodiit italicè redditus opus, quod de *Origine Mundi*, ejus auctor Joannes Walerius natione suecus nuncupavit, ac lingua patria anno 1779 publici juris fecit. In eo totus est Walerius, ut probet, è duobus principiis tantum rerum universitatem trahere originem, luce nimirum ac materia. His autem simul mixtis, atque intestino motu sese agitantibus (Metaph. 190), fluidum quoddam corpus componi ait, quod aquam esse pronunciat. Ut autem recto tramite procedat, prius lucem ab igne distinguit, ac lucem sine igne et calore dari, esseque naturam quamdam peculiarem ab igne, et calore distinctam propugnat. Ignis siquidem, Walerio auctore, è peculiari lucis, et materiæ compositione dimanat, è quorum concitatione calor et combustio procedunt, quæ in phænomenis naturæ animadvertimus. Hinc solem ac solis radios puram lucem esse contendit ab ignis natura prorsus diversam, ab eorum tamen percussione phlogiston, seu compositum illud è luce, ac materia coagmentatum excitatur, quod ignem vocamus, è cujus majore aut minore motu gradus caloris proveniunt. Ad aquæ proprietates explicandas

gradum facit: asseritque in sua primæva puritate omnia sapore, odore, ac colore destitui: in aerem transformari ac terram experimentis ac ratione probare nititur; unde velut universum solidorum omnium principium illam cum Thalete ac Helmontio proponit.

Hæc quasi lemmata Walerio sunt, ut originem mundi describat; quam religiosè profitetur à narratione libri Genesis minimè discrepare debere, si juxta veritates principia philosophandum sit. Quod igitur initiò ponit Moyses *cælum, ac terram creata; lucem, et materiam* intelligit, è quarum mixtione fluiditas materiæ provenit, atque aquarum sunt origo, quarum statim meminit historia, quin earumdem productionem antea narraverit. Deinde separavit Deus è massa illa aquosa, seu abysso tenebris sepulta, partem illam lucis corporibus luminosis formandis aptam, ac motum vertiginis, seu *rotationis*, quod ajunt, indens materiæ, viribus *attractivis, ac retractivis* simul donatæ, vi cujus noctium ac dierum vicissitudo alterna vice procederet. Hoc rotationis motu, quin centrum gravitatis materiam adhuc devinciret, peracta est concretio particularum in diversas massas coalescentium majore, minoreve cohæsione, è qua densitatum varietas in corporibus solidis derivatur.

Firmamenti seu *expansionis* nomine, ut hebraicè sonat, extensionem illam Walerius intelligit, per quam corpora planetarum omnium, secundum diversa systemata universum componentia, Creator supremus distribuit, nondum

tamen peculiari adhuc centro devinctorum: hoc enim quarto demum creationis die factum est, quum è luce solem ac stellas formavit Deus: quæ è purissima lucis materia constare, auctori nostro videntur, ignea materia atque calore destituta. Hoc autem quomodò cum maculis solaribus, quas telescopiis fere quotidie observamus, conciliari queat ægrè concipio. Demum aerem ex illa materia aquosa vertiginis motu concitata, excusum fuisse contendit, atque in aquam, ac terram subinde transformari, quemadmodum et hæc in aerem sæpius transire, Walerius non dubitat. Hæc brevis quædam ejusdem systematis est explanatio, prout ad præsentem tractationem spectat, in qua tamen nec temerè omnia rejicias, nec sine ulteriore discusione prorsus vera pronuncies.

30 Corol. Ex dictis manifestè deducitur, parum utilitatis in hujusmodi disquisitionibus inesse; quippe post tot sæcula investigationis nihil hactenus inventum est, quo melius intima rerum principia cognoscantur. Hoc unum magis ad veritatem accedere videtur, materiam, ac modificationes ejusdem, corporum varietatem componere; ac proindè hæc tantum velut principia physica corporum esse admittenda. Neque dicas, tum differentiam accidentalem tantum inter corpora specie diversa intercedere, quum ab accidentibus solum discriminentur. Hujusmodi enim argumenta sunt apta nata ad contentiones æternum promovendas, quin hilum ad scientiarum profectum, aut nostrarum cognitionum thesaurum adaugendum con-

ducant. Voca substantialem, voca accidentalem, voca modalem diversitatem, ad rem nihil interest: verborum, non rerum est controversia. Modificationes materiam ita afficiunt, ut maximam diversitatem, non solum quoad configurationem, verum quoad proprietates etiam intrinsecas compositorum inducant. Si hoc sufficere non potest, ut substantialem diversitatem vocitemus, dicito accidentalem: hoc quidem nomine nihil aliud exprimes, quam quod ego differentiam substantialem pronuncio.

31 Schol. Corporum principia materiam ac modificationes admisi: nam de compositis animantibus aliter loquendum est. In composito humano, atque idem dicendum de quibuscumque animantibus, præter materiam ac modificationes adjungendum est principium illud vivens, cujuscumque demum speciei sit, cum quo materia modificata *totum* illud constituit, quod hominem etc. vocamus. Hæc adeò sunt perspicua, ut tempus in his disputandis, aut probandis consumere ineptum sit. "Nam ego, ajebat Cotta in 3. de Nat. Deor. cap. 4, neque in causis, siquid est evidens, de quo inter omnes conveniat, argumentari soleo: perspicuitas enim argumentatione elevatur: nec si id facerem in causis forensibus, idem facerem in hac subtilitate sermonis."

CAPUT TERTIUM.

DE PHYSICA CORPORUM EXTENSIONE, AC DIVISIBILITATE.

§. I.

De extensione penetrabili.

32 Duplex extensionis genus distinguitur *penetrabilis* scilicet et *impenetrabilis*. Extensionem penetrabilem *vacuum* appellant, sive spatium corporibus destitutum. Impenetrabilis extensio est pars illa spatii à corpore occupata, quam aliud corpus invadere non potest, corpore in loco permanente. Porrò *vacuum* aliud appellant *coacerbatum*, quod magnam spatii partem comprehenderet, velut si spatia cœlestia, qua planetæ motus suos peragunt, omnis corporis vacua concipiamus. *Disseminatum* aliud, quod intersticia illa inter materiæ particulas comprehensa designat, nullo alio corpore expleta. Excitata olim fuit quæstio à Cartesianis de vacui possibilitate, cujus existentiam negabant Peripatetici : sed nunc ferè ab omnibus etiam Cartesianis de possibilitate disquiri desitum est: de existentia tantum disputare solent.

33 Propositio I. *Vacuum in natura dari necesse est.* Probatur assertum Lucretii argumentis, lib. I. de Nat. vers. 336.

Quod si non esset, nulla ratione moveri
Res possent; namque officium quod corporis extat
Officere atque obstare, id in omni tempore adesset
Omnibus: haud igitur quidquam procedere posset;
Principium quoniam cedendi nulla daret res.
At nunc per maria, ac terras, sublimaque cœli
Multa modis multis varia ratione moveri
Cernimus ante oculos; quæ, si non esset inane,
Non tam sollicito motu privata carerent,
Quam genita omnino nulla ratione fuissent
Undique materies quoniam stipata quiesset.
Præterea quamvis solidæ res esse putentur....
In saxis, ac speluncis permanat aquarum
Liquidus humor, et uberibus flent omnia guttis:
Dissupat in corpus sese cibus omne animantum....
Denique cur alias aliis prestare videmus
Pondere res rebus, nihilo majore figura?....
Postremò duo de concursu corpora lata,
Si cita dissiliant: nempe aer omne necesse est
Inter corpora quod fuvat, possidat inane.
Is porro, quamvis circum celerantibus auris
Confluat haud poterit tamen uno tempore totum
Compleri spatium: nam primam quoque necesse est
Occupet ille locum, deinde omnia possideantur.

Ut ab his se expediant vacui impugnatores, materia subtili ajunt, quæcumque spatia à corporibus vacua repleri; quæ quidem adeo ingenio-

sa est, ut dum corpori moto locum cedere debeat; nullam exeri vim in ipsum, ut liberum transitum, ac motum relinquat: quod si ad centrum corpora propellere necesse sit, ab ea quippe gravia descendere coguntur, miram in ipsa exerit vim, ut ad centrum protrudat. Portenta sanè maxima! admiratione, non argumentis prosequenda. Motum etiam circularem commenti sunt, quo corpora circumstantia, puta aer, materia subtili circumaguntur, ut loca vacua repleant à motis corporibus derelicta. Sed argumentum ultimum Lucretii suum robur adhuc obtinet, neque enim concipi potest, duas laminas quadratas perfectè conjunctas, maximè si intra aliquod fluidum separentur, eodem temporis momento omnia spatia vacua ab ipsis relicta compleri. Deinde hujusmodi motus circulares se mutuò destruerent, nam partes antrorsus promotæ alias impellerent motu in se redeunte, hæ alias, et sic deinceps, ita ut omnis motus elideretur: quod in aliquo vase globulis pleno, quin vacuum relinquatur, ut invicem recedant, quisque observare potest.

34 At, inquiunt vacui impugnatores, dum corpora moventur, in aliqua capacitate reali locantur: ergo datur substantia aliqua omnia replens. R. Huic argumento unusquisque juxta sententiam, quam de spatio tuetur, respondere debet. Quis nobis de spatio occurreret, diximus in Metaph. ab art. 289. Itaque *dist.* ultimam *cons.* datur substantia aliqua, quæ sit ab spatio distincta, *neg.* quæ sit ipsummet spatium, *conc.* Verum nunc non de natura spatii,

sed de aliis corporibus spatium occupantibus controversia agitatur.

35 Oppon. 2. Quo major portio materiæ datur in hoc mundo, major occasio datur Deo exercendi suam potentiam ac reliqua attributa: ergo omnia materia repleta concipi debent. R. *dist. ant.* quo major portio materiæ juxta fines sapientissimè sibi propositos, major occasio datur Deo etc. *conc. ant.* secundum præjudicia philosophorum, *neg. ant.* Materiæ portio necessaria ad hujus mundi conformationem creata fuit à Deo, ac per omnem mundi plagam ita sapienter distributa, ut ad suos fines maximè conducebat. Ex rationibus autem in probationem nostri asserti adductis perspicuum est, inane corporibus interspersum esse, ad leges naturæ dictatas exequendum necessarium.

36 Opp. 3. Particulæ fluidorum ex omni parte æqualiter premuntur, ut æquilibrium servetur: hoc autem fieri non posset vacuis interstitiis extantibus: ergo omnia plena sunt. R. Hæc difficultas omnes premit: nam admissa illa subtili materia interstitia replente, necesse est statuere, quomodo æquilibrium servetur cum aliis fluidis majoris ponderis, à quibus occupari deberent hujusmodi intermedia, materia subtili depulsa. Itaque *dist. min.* fieri non posset, si per illa interstitia omnibus fluidis accessus pateret, *conc. min.* si à particulis solidis in officio retineantur, *neg. min.* Actio reactioni æqualis extare debet, ut æquilibrium servetur: quapropter quum fluida diversæ gra-

vitatis sint, numquam æquilibrium servaretur, nisi particulæ corporum, à quibus interstitia illa excipiuntur, fluidorum molleculas retinerent, in easque reagerent, ut æquilibrium servetur. Ubi verò interstitiola majora sunt quam molleculæ, ab ipsis penetrantur, ac replentur, ut in corporibus diaphanis conspicimus, quæ à luce transcenduntur, saltem in sententia vulgari de transmisione lucis.

37 Opponit. 4. Purchotius. Vacuum est spatium expansum omni corpore destitutum: at hoc foret extensum simul, et non extensum: nam primum supponitur; quod autem simul non extensum foret, est perspicuum, quia nihil est, nihili autem nullæ sunt proprietates. R. *dist. min.* foret extensum extensione abstracta, *conc.* physica, *neg.* Vide dicta in Met. art. 293. Ubicumque corpora collocari possunt, extensionem abstractè concipimus. Ordo enim ille, quem corpora inter se observarent, extensionis ideam nobis exhibet, quæ sine actuali corporum coexistentia intelligi posse, nemo non videt. Nulla igitur, nisi imaginaria, est contradictio, nec alibi nisi in *Cartesianorum imaginatione* existit, ut ipse Purchotius ait de extensione abstracta loquens.

38 Opp. 5. Leibnitiani. Si vacuum in natura esse posset, nulla ratio sufficiens inveniretur, cur Deus corpus ad orientem potius quam ad occidentem collocasset: at nihil fit sine ratione sufficiente: ergo ut hæc lex sarta tecta servetur, inane relegari debet. R. In effectibus liberis ratio sufficiens est ipsa determina-

tio voluntatis hoc potius quam aliud eligentis, ut suam libertatem exerceat, quando momenta sunt paria. Si nulla alia adesset ratio, cur potius hoc, quam illo loco aut spatii sensibilis parte, collocanda essent corpora, satis esset libera determinatio Creatoris suam libertatem exercere volentis in creatione rerum. Vide dicta Metaph. Diss. 2, c. 4. Ceterum quod ad spatium sensibile attinet, non moramur phænomenon esse concedere Leibnitianis, adeòque quæstionem vacui aut pleni nullum habere locum, quum spatium sensibile nihil aliud sit, quam ordo coexistentium; undè nihil plenum aut inane dici potest, nisi relatè ad nostrum concipiendi modum: ibi plenum concipimus, ubi corpora locata sunt, quæ si defuerint, inane esse dicimus. Si res plures diversas in organa sensoria impressiones inducant, diversas excitant ideas, adeoque illas tamquam distinctas concipimus, ac extra se invicem positas, è qua affectionum diversitate extensionis ideam nobis formamus; quas maximè per organum visus, et tactus acquirimus; quamvis sartius cum Condillaco à tactu solum hoc repetant magisterium. Hoc in cæco illo nato, cujus meminerunt *Transactiones philosophicæ* clarius explicatur. Ope chirurgica nubeculis illis, quas cataractas vocant, depulsis, visum obtinuit. Initio autem distantias ac separationem inter objecta haud ritè percipiebat, ita ut canem, quem tactu optimè norat, à fele visu non distinguebat. Deinde tamen ad sensationum diversitatem attentione adhibita, omnia præsti-

tit, quæ ceteri videntis sensim, ac sine sensu à pueritia eademmet ac ille docti schola, in nobis fieri non animadvertimus.

39 Prop. 2. "Corpora omnia etiam ponderosissima innumeris poris pertusa sunt." Nam nisi illa innumeris vacuolis interspersa concipiamus, omnia æquè penderent, quoniam eadem materiæ quantitate donata forent æqualibus voluminibus existentibus: quod quam à vera ratione abhorreat, nemo non videt. At luculentiora videamus, atque à re physica petita argumenta. Marmor diversis coloribus artificiosè imbuitur ope *spiritus vini* ac olei terebinthini, ut in Lexico Chambersii *verb. marm.* legere poteris, ac in Transact. philos. n. 268. ab ipso citatis. Metalla etiam omnia *aqua forti, regia*, aliisque menstruis solvuntur; à mercurio seu philargyro argentum ac densissimum omnium corporum aurum intimè penetrantur. Mitto plantarum ac animalium omnium corpora, quæ ab experimentis Halesii, Sanctorii, Dodarti, transpiratione maximam internæ substantiæ partem exhalant. In homine ex octo alimenti libris tres per excreationum vias, quinque transpiratione evanescere, res est jam omnibus, etiam physicis doctrinis non initiatis, notissima. Phænomena etiam compressionum et condensationum, nisi corpora innumeris poris scaterent, explicari numquam possent: nam compressio et condensatio volumen corporis minuunt, quod nisi interstitiis respersum esset, sine partium penetratione obtineri non posset. In ovis etiam, quantumvis du-

ra crusta protectis, summa porositas invenitur; nam ex liquoris fluidi evaporatione, post aliquot dies ova partim vacua invenimus, quandoque ad quintam partem, quum recentia plena sint. Ut autem substantia illa lactea retineatur, è cujus dissipatione sapor ille insipidus, ac tandem corruptio sequitur, ovi putamen, præsertim dum recens è gallinæ corpore exit, cera liquida, oleo, adipe ovina, ac etiam confectione illa *spiritus vini*, ac *gummi*, quam *vernicem* dicunt, induci consuevit. Hoc artificio ova in longinquis navigationibus incorrupta servarentur, ac etiam ova exterarum avium ad alias regiones deportarentur, quæ incubatione postea vivificata aves exoticas excluderent, quas grandiusculas transferre non possunt navigatores.

40 Corol. Si ad hactenus exposita animadvertamus, corpora etiam densissima majorem partem vacua esse comperiemus; ac proinde minorem in universo quantitatem materiæ extare, quam etiamnum existimaveramus. Hoc præcipue ex auri poris deducitur, quod corporum omnium gravissimum habemus, ut postea in prospectu ponderum relativorum exhibebimus. Nam cristallum ad aurum se habet in pondere ut 1 ad 8, nimirum octies materiæ quantitate superatur: quid igitur dicendum de aliis corporibus notis, ut lux, aer, aqua cet. quæ comparatione crystalli levissima sunt, et quæ magnam partem universi replent? Lux namque per omnes mundi plagas diffunditur.

41 Prop. 3. "Pori in corporibus magnitu-

dine ac figura variant." Aurum, argentum, aqua, cet. aeri obsistunt; mercurio, aquæ forti, ac regiæ aditum patefaciunt, quæ quum densiora sint luce ac aere, nonnisi à pororum diversitate repeti potest facilitas illa permeandi hujusmodi corpora. Microscopio etiam observantur pori diversæ tenuitatis ac directionis in corporibus omnibus, quæ observationi subjici possunt, ut periculum facienti constabit. Ceteroqui, fluida nonnulla in solidorum internam substantiam irrumpunt, eo quod ipsorum internam cohæsionem dissolvunt.

42 Schol. Probè distinguenda sunt in corporibus *volumen*, *massa*, *densitas*. Corporis *volumen* est pars sensibilis spatii, quam occupat, quodque à tribus dimensionibus longitudinis, latitudinis, ac profunditatis mensuratur. Hæc est illa extensio geometricæ considerationis, quam tantum geometræ curant, nihil solliciti de pondere, aut massa corporum, quæ tractant. Hinc duo corpora ejusdem voluminis quantitate materiæ diversa esse possunt, ut videre licet in pede cubico aeris atque auri, qui ejusdem voluminis quum sint, omnino quantitate differunt. *Massa* est materiæ quantitas, quæ in quolibet corpore reperitur, ac per pondus examinatur, nulla habita ratione voluminis. Sic auri ac lanæ libra ejusdem massæ seu quantitatis materiæ sunt, quantumvis volumine inæquali comprehendantur. Demum corporum *densitas* est massæ ad volumen comparatio: unde ut densitas æstimetur, massa per volumen corporis est dividenda, diciturque

gravitas specifica, qua scilicet corpus alterum ab altero in sua specie pondere differt: adeoque, quod sub eodem volumine magnam quantitatem materiæ continet, dicitur *densum*; quod minorem, *rarum*.

43 Corol. *Densitas*, si rectè loqui velimus, est vox relatîva, quemadmodum etiam *raritas*: neque enim *densum* aut *rarum* in se concipi potest, quemadmodum nec *magnum* aut *parvum*. Fingamus unicum tantum genus corporum cognitum nobis esse: non rectè diceremus illud densum aut rarum, sicut omnibus ejusdem magnitudinis extantibus, non possemus affirmare esse magna aut parva. Ut igitur densitatis notionem justam habeamus, corporum volumina ac massas invicem conferre debemus, ex qua collatione perspicuè densitatem cognoscimus. Densitas igitur productum est massæ divisæ per volumen; adeoque corporum densitates sunt in ratione composita ex directa massarum ac inversa voluminum. Hinc voluminibus æqualibus extantibus, densitates sunt massis directè proportionales; massis autem existentibus æqualibus, densitates sunt reciprocè ut volumina: quamobrem illud corpus erit densius, quod massam minore volumine continet.

44 Experimentis cuilibet obviis passim edocemur, corpora sensibiliter augeri, aut minui volumine, quantitate materiæ eadem manente. In thermometro calore augetur, frigore minuitur extensio fluidi in eo contenti: aqua ac liquida omnia igni applicata distendun-

tur; ab igne remota, pristino volumini restituuntur. In *scopleto*, ut vocant, pneumatico aer mirè comprimitur; quo exploso, ad volumen atmosphæræ peculiare iterum restituitur; ab hacque vi, qua antiquam suam extensionem recuperat, pilæ plumbeæ emissio repetitur, stragem æqualem, aut majorem edentis, atque illa à pulvere pyrio explosa, quæ etiam ab aere calore ignis violenter distento provenit. Corpus itaque, cujus volumen augetur, intacta massa, *dilatari* dicitur: cujus verò minuitur, *condensari*, aut *comprimi*. Si partes nulla externa vi invicem accedant minus spatium occupantes, *condensatio* erit; quod si à vi externa hoc fiat, *compressio* audit.

45 Corol. Densitas igitur corporum variabilis est. Nam quantitate eadem manente, si ad minus spatium redigitur, majorem; si majus spatium implet, minorem obtinet densitatem, quod geometricè dicitur densitatem esse in ratione inversa voluminis (Math. art. 227).

46 Schol. Liquida ante hac velut compressionis incapacia habebantur; de aqua certè ab omnibus physicis id predicabatur. Hodie tamen à Zimmermam inventa est machina, quæ in Papiensi universitate etiam visitur, qua ad compressionem aqua compellitur.

§. II.

De extensione impenetrabili.

47 Impenetrabilitas corporum proprietas illa est, qua alterum alteri resistit, ne locum,

quem obtinet, invadat, illo ibidem permanente: videmusque nullis naturæ viribus duo corpora ad idem spatium occupandum adigi posse: unde aut alterum è loco trudit, aut ejus locum non obtinet. Missas hic faciamus quæstiones de impenetrabilitate excitari solitas; num sit materiæ essentialis, ita ut nec per Dei potentiam ad unum spatii punctum occupandum duo materiæ puncta, aut duo corpora adigi possint. Essentialia rerum attributa pleraque impervia nobis sunt; unde temerè definiremus id, quod obscurè admodum comprehendimus. Quibus majus ingenii acumen clariorque naturæ introspiciendæ facultas, ac lux quædam affulgeat, ut in ea penetrent, quæ in sinus possibilitatis continentur, hujusmodi controversias definiendas remittimus. Quod ad nos attinet, nullam cum materiæ essentia pugnam in eo, quod duæ ipsius particulæ idem spatii punctum occupent, introspicere hucusque licuit: adeoque impenetrabilitatem inter leges à Creatore liberrimè impositas naturæ recensemus.

48 Ab hac lege, seu proprietate materiæ, corporum extensio desumitur. Si enim duo materiæ puncta ab eadem spatii parte invicem excluduntur, necesse est, quodlibet diversa loci puncta occupare, nostrosque sensus diverso modo afficere, è quarum sensationum, alterius extra alteram, ut ita dicam, existentia, notionem extensionis haurimus (38). Parum solliciti de punctorum physico contactu cum simus (Metaph. 266) certum est, impenetrabili-

tatis lege posita, optimè corporum physicam extensionem concipi posse. Elementa enim alia extra alia existentia diversis loci punctis respondent; quod unum ad extensionem efficiendam satis est.

49 Schol. Probè discernenda sunt impenetrabilitas, ac durities corporum: nam mollia etiam corpora impenetrabilia sunt. Alii etiam soliditatem cum impenetrabilitate confundunt, quod, ut ambiguitati aditus claudatur, sic explico. Durum illud dicitur, quod partes maximè cohærentes habet, ac pressioni resistentes: mollium autem corporum partes facilè dissolvuntur, parumque cuivis pressioni resistunt: utriusque exemplum in osse ac butyro habes ad manum. Solida autem et fluida velut contraposita in physica usurpamus, ita ut solidum sit, quod partibus cohærentibus, minimèque fluxis componatur: fluida verò mobilibus undique, nihil adhærentibus, ac præcipue ad libellam se componentibus particulis constant, saltem si simul liquida sint (20). Omnia autem sive dura, sive solida, sive fluida concipiamus corpora, et extensa, et impenetrabilia esse intelligimus naturæ viribus.

50 A corporis extensione ejus figuræ capacitas, sive ut ajunt, *figurabilitas* descendit. Ab eo siquidem, quod corpus determinatam habeat extensionem in longum, latum, ac profundum, figuratum esse intelligimus. Et quidem etiam corpora illa, quæ sensum nostrum effugiunt, ut aer, lux, cet. in intimis suis molleculis figurata esse, indubium est. Nam si

extensa sunt, limites extensionis habent, à quibus ne ulterius in longum, latum, ac profundum excurrant (Metaph. 102), determinantur; ceteroqui infinita forent. Hæc igitur limitum restrictio, sive determinatio hujusmodi corporum figura componit.

51 Corol. Quod hactenus de tota corporis figura dictum est, ad partes singulas potest applicari; ab hacque singularum partium extensione, seu, ut rectius loquamur, situ, *totius* figura provenit. Situs autem respectiva est uniuscujusque partis positio, qui quidem aliquando variari potest, invariata figura, atque extensione; quandoque non item. Sic in fluidis, præsertim intestino motu agitatis, situs partium variatur, invariata figura, ac extensione sensibili.

52 In dubium hic venire solet, num elementa, seu moleculæ corporum figurata sint? quod etiam de duritie quæri solet, an perfectè dura, ac nullis viribus sint frangibilia? Et quidem si omne compositum è simplicibus (Metaph. 85) oriri debet, elementa simplicia sint, oportet; simplex autem inextensum est: si enim plura spatii puncta occuparet, dividi posset, ac partibus constaret, quod cum simplicitate pugnat. Quod si dividi elementa non possunt, perfectè dura sint, necesse est; neque enim concipi potest quidquam frangi, quin in partes dividatur. Vide dicta Metaph. art. 280, et seq. Neque enim hæc adeò magni referunt, ut tempus in his discutiendis insumere debeamus. Unum hic cursim annotare liceat, quod

supra jam innuimus (3), *inextensum* vocem ambiguam esse, quæ simplicibus utcumque applicatur, et concertationibus interminatis locum præbet. Ego quidem sic rem concipio, inextensum duplici sensu accipi posse, pro eo nimirum quod nec per se diversa spatii puncta occupare potest, nec cum aliis, quæ spatii partes occupent, ita uniri, ut simul unum componant, qualis est Deus, Angelus, anima, verbo, omnis spiritualis substantia, quæ eo ipso inextensa est. Quod si simplex ita sit *inextensum*, ut cum aliis simplicibus tertiam substantiam componat partibus constantem, perinde illud concipio inextensum, ac unitas non est numerus, nec homo est genus humanum, nec singula individua sunt regnum. Nimirum sicut in unitate inchoatum quid ad numerum componendum intelligimus; sic in quolibet elemento principium quoddam extensionis concipere licet, eo modo quo in fractione principium integri percipimus. Ex eo enim, quod duo elementa duo spatii puncta occupent contigua, extensum concipimus. Hoc mihi eo facilius persuadeo, quod videam, plures oculatos philosophos extensionem punctis seu elementis simplicibus concedere, quam alii virtualem vocant, alii ad modum existendi substantiæ spiritualis in loco explicare contendunt: quod non leve indicium est ambigui sensus in hujusmodi vocibus *extensum*, *ac inextensum* latentis; ne dicamus à Democrito, Zenoneque usque ad Gassendum, Duhamel, Monteirum, Altierium, aliosque recentes auctores, omnes

ineptire, extensionem inextensis punctis concedentes.

Fateor ægrè concipi posse duo puncta ex gr. A et B penes se tota tangere, quin penetrentur, quod argumentum Boschovichium, Mako, Horvath ad contactum punctorum negandum adegit (Metaph. 266, et seq.). Verum de hoc argumento loquens Ant. Ludenna, sic disserit: "Istud (Bosch. argumentum) quantum est, in ambigua hujus vocis *penetratio* significatione innititur, de quo non multum laborandum est, sed significandum dumtaxat, quid maxime intelligi debeat. Si enim velit Boschovichius contactum nullo modo pleniorem futurum, etiamsi puncta A. et B penetrentur, existantque in eodem loco, non multum equidem repugnabo. Neque enim de mero nomine à philosopho unquam disputandum est. Illud verò concedat, oportet, duo illa entia simplicia in prima hypothesi, quamvis penes se tota tangerent, in diversis tamen locis existere, non item in secunda hypothesi; ac propterea in illa hypothesi non item in altera penetrari posse. Quid? Si ego dicerem, pleniorem contactum tum solum haberi posse, quum duo entia simplicia non solum penes se tota tangunt, verum etiam in eodem atque individuo loco existant, quo me teste, aut ratione vinceret? (Metaphys. c. 5.).

§. III.

De corporum divisibilitate.

53 Nihil hic de continui divisibilitate at-

tingimus, quod argumentum jam in Metaphysica expedivimus art. 270. Aliquas tantum observationes ac experimenta colligemus, quibus mira corporum in tenuissimas partes divisio palam fit, et quæ magnam Supremi naturæ Auctoris potentiæ ac sapientiæ ideam nobis exhibent; simulque ostendunt *corpora omnia ultra id, quod concipi potest, dividua esse:* quam positionem velut hujus paragraphi conclusionem statuimus.

54 Ac primo ex odorum diffusione assertum demonstratur. Nam omnibus notum est tenuissima *musci*, aut *ambræ* particula vestes, suppellectilem, scrinia præsertim, in quibus fuerint inclusa, ad multos annos odore infici, ac per viginti annos observatum nulla sensibili volumine diminutione odorem conservasse. In conclavi prunis imposita phiala collocetur spiritu vini cum lavendula, aut alio suaveolente liquido referta; tribus minutis per totum qua late patet cubiculum odor diffunditur, ita ut quaquaversus ad abstantibus sentiatur, nulla sensibili diminutione liquidi humoris in phiala depositi. Fac conclave 20 tantum pedes altum, longum, ac latum esse: quæ mensura dat 8000 pedes cubicos. Pes autem cubicus lineas 2, 985, 984 continet, quæ in 8000 ductæ productum exhibent 23, 887, 872,000. Etiamsi liquor ab igne statim remotus nullam voluminis diminutionem ostendat, possumus tamen ad lineam cubicam dissipatum esse concedere. Jamsi in qualibet linea cubica conclavis, quæ 1728 puncta continet (nam linea in 12 puncta

dividitur, cujus numeri cubus est = 1728), decem tantum particulas odoras contineri gratis demus; prædictus numerus decies sumi debet, adeoque linea cubica liquoris in 238,878, 720,000 partes divisa est. Animadvertendum tamen in corpore odoro non omnes particulas contentas sensum afficere: imo si ad ceteras materiæ partes comparentur, minima pars odora esse invenietur, quæ fortassè vix centesimam partem æquabit. His adde liquorem maxima ex parte poris esse disseminatum (39), ut cetera sunt corpora etiam ponderosissima. Vinum quidem à majore porositate levius est aqua: et tamen auri gravitas ad aquæ gravitatem (ibid.) est, ut $19\frac{1}{2}$ ad 1, sive ut 39 ad 2. Ab ea ergo linea cubica liquoris per conclave disseminati deme partem inodoram: vix utique restabit pars lineæ centesima. Rursus ab hac centesima deme vacuum, quod per poros intercipitur, quantula superest odora pars? Hæc autem tantula dividenda est in particulas 238, 878, 720,000, ut nimirum odor per totum conclave propagetur.

55 Ex animalculorum etiam tenuissimorum molleculis divisibilitas materiæ demonstratur. Animalia *infusionum* vocant recentes observatores illa, quæ ope fœni triturati, ac in aqua per aliquod dies æstivos corrupti, obtinentur. Aquæ etiam palustres fœcundæ sunt hujusmodi insectorum. Gutta aquæ modo dicto præparatæ microscopio, ut moris est, subjicitur, ac in parvo illo mari innumeri pisces conspiciuntur, "delphinum similes, qui per maria humida

nando, Carpathium, Libycumque secant, luduntque per undas:" sese insectantur, fugiunt, assequuntur, devorant, suum genus propagant, ac demum omnia exhibent, quæ in mari magno genus omne natantum præstare solet. Quod si ad partes corpusculi horum insectorum attendamus, quæ tenuitas fibrarum, musculorum, particularum sanguinis, humorum, transpirationis? Minimè igitur mirandum, quod Keillius affirmat, 10,256 montes Pico insulæ Teneriffe æquales continere minores numero arenulas, quarum moles 1,000,000 pars esset digiti cubici, quam particulæ sanguinis horum insectorum essent necessariæ ad unum ex prædictis arenæ granis componendum. Quare optimè philosophatur Lucretius lib. 4. de Nat. v. 115.

Primum animalia sunt jam partim tantula, eorum
Tertia pars nulla ut possit ratione videri.
Horum intestinum quodvis quale esse putandum est?
Quid cordis globus, aut oculi? quid membra? quid artus?
Quantula sunt? quid præterea, primordia quæque
Unde anima, atque animi constet natura, necessum est?
Nonne vides, quam sint subtilia, quamque minuta?

56 Schol. Ex præcedenti observatione deduci potest explicatio morborum epidemicorum, qui toties genus humanum vexant, stragesque horrendas edunt. Nam ut in aqua ex

fermentatione ova illa excluduntur, quæ aut à vaporibus per aerem feruntur ex palustribus locis, aut ventis ab uno in alium locum transmutantur; sic etiam species quasdam insectorum veneficas in atmosphæra excludi calore ac fermentatione, concipere licet; nec certe mirum est, ova illa hac illac è pestiferis aliis regionibus in quibus talia insecta aerea nascuntur, ad alias regiones ventorum impetu traduci, atque excludi caloris ac fermentationis beneficio. Deinde per inspirationem in pulmones ac sanguinem introducta, humores corrumpunt ac morbos epidemicos gignunt, qui eundo crescunt, ac urbes, provincias, regna populantur. Non multum ab hactenus tradita Lucretii èxpositio abludit, qui hujusmodi insectorum tum aquatilium, tum terrestrium, atque etiam aereorum existentiam microscopio repertum iri, ne suspicabatur quidem. Sic enim de contagiosis morbis ratiocinatur, lib. 5, v. 1091

...... Multarum semina rerum
Esse supra docui, quæ sint vitalia nobis:
Et contra, quæ sint, morbo mortique, necesse est
Multa volare; ea quum casu sunt fortè coorta,
Et perturbarunt cœlum, fit morbidus aer,
Atque ea vis omnis, morborum, pestilitasque:
Aut extrinsecus, aut nubes nebulæque superne
Per cœlum veniunt, aut ipsa sæpè coorta
De terra surgunt, ubi putrorem humida nacta
est,
Intempestivis pluviisque, et solibus icta.....
Fit quoque, ut in nostrum quum venit denique cœlum,

Corrumpat, reddatque sui simile atque alienum.
Hæc igitur subitò clades nova pestilitasque,
Aut in aquas cadit, aut fruges persidit in ipsas;
Aut alios hominum pastus, pecudumque cibatus,
Aut etiam suspensa manet vis aere in ipso,
Et cum spirante, mistas hinc ducimus auras;
Illa quoque in corpus pariter sorbere necesse est.

57 Vulgaris etiam est apud omnes physicos ab auro, aliorumque metallorum ductilitate sumpta demonstratio. Muschembroekio teste (§. 28, tom. 1), Augustæ Vindelicorum artifex quidam ex uno auri grano filum duxit 500 pedes longum; quod in 3, 600,000 adspectabiles partes dividi potuisset. Opifices, qui aurum in tenues lamellas extendunt, ex auri uncia lamellas parare solent, quarum omnium superficies in unum collecta numerum, lineas quadratas 4, 207, 840 exhibet. Majorem longe attenuationem auri obtineri posse, fila aura ducentes ostendunt: subducto namque calculo reperitur, eamdem auri unciam extendi posse in superficiem, quæ lineas quadratas 17, 233, 920 amplectatur. Quod quidem adhuc minimum est, si compares cum attenuatione auri, dum ipso fila argentea inaurantur. Cylindrus argenteus 8 lib. ponderis semiuncia auri obducitur, ac per laminæ chalybeæ foramina tenuiora ac tenuiora continenter trajicitur, ita ut ad pedes 307, 200 extendi possit, nempe lineas 44, 236, 800; linea autem in 6 visibiles partes minimum dividi potest, adeoque illa dimidia auri uncia exhibebit 265, 420, 800 conspicuas partes,

Quod si, ut fieri solet, deinde filum complanetur, in binas superficies parallelogrammas transformatur, in quibus numerus quadruplo major distinguitur; itaque numerus partium ad 1, 061, 683, 200 excurrit. Ulterius calculus protrahi posse, superficiem velut parallelogrammum solidum considerando (Math. 424): sed hactenus dicta sufficiant de auri divisione.

58 Lucis diffusio mirabile etiam phœnomenon est, quod attenuationem materiæ extendi ultra omnem imaginandi facultatem luculenter demonstrat. Sive enim lux à corpore lucido emanat, uti Newtono placet, ac ferè antiquorum omnium est opinio, sive à corpore lucido extranea est, ac per totum qua late patet universum diffunditur, ut Cartesio aliisque recentioribus videtur; corpus omnium tenuissimum esse oportet, quod nec planetarum motus obtundat, ac per aerem nullo vestigio relicto motus suos peragat, ipsum facillimè permeans. Quæ cum ita sint, lucis materia eo gradu attenuatam esse considerare possumus, ut minima particula corporis odori, animalculorum infusionis, aut auri argentum inaurantis cum molleculis comparata, minorem proportionem habeat, quam illa à Keillio inter particulas insectorum sanguinis atque arenulas tenuissimas demonstrata (55): ac proinde materiam ultra id, quod concipi potest, dividuam, ac divisam esse, ut initio hujus sectionis posuimus, jure optimo concludere possumus.

§. IV.

De superficie corporis divisi.

59 Materiæ portio sensibilis suam continet figuram, quæ si cum aliis copuletur, ex ea parte, qua conjunguntur, figura amittitur. Nam hæc ab limitibus extensionis provenit (50): unde qua parte limites amplius locum non habent, figura destruatur, oportet. Ex hoc lemmate sequentes propositiones, quæ ipsius corollaria sunt, sponte derivantur.

60 Prop. I. "Corpus quodcumque si dividatur, ejus superficies augetur, eadem manente quantitate materiæ." Nam ex ea parte qua dividitur, nulla erat superficies: at per quamlibet divisionem duæ oriuntur, quæ prius non erant, ut perspicuum est: ergo, massa eadem permanente, superficies augetur, si corpus dividatur.

61 Prop. II. "In duobus corporibus homogeneis inæqualis magnitudinis, superficies minoris majorem habet rationem ad suam massam, quam superficies majoris ad propriam." *Dem.* Sint duo cubi, latus unius = 2, alterius = 3: primi superficies erit ex Geomet. (art. 403) = 24, alterius = 54. Massa autem seu soliditas minoris = 8, majoris = 27 (Math. 424). Jam 24 : 8 majorem habet rationem quam 54 : 27, illa enim est tripla, hæc dupla.

62 Prop. III. "In prædictis corporibus ratio inter superficies ac soliditates est inversa laterum homologorum." *Dem.* Ratio, quæ in præ-

dictis cubis intercedebat, comparando soliditates, erat 3 : 2; latera verò sunt 2 : 3, quæ inversa est alterius: ergo superficies ad soliditatem in primo est inversè, ut ejus latus ad latus homologum alterius.

63 Corol. 1. Quodcumque igitur corpus divisum in partes invicem et corpori diviso similes, superficiem auget juxta radicem cubicam numeri partium, in quas divisum fuit. Nam si cubus in 8 minores cubos æquales dividatur, duplam habebit superficiem ejus, quam ante divisionem habebat, qui numerus 2 radíx cubica est 8. Fac latus cubi in 8 cubos divísi fuisse $= 4$ ante divisionem; cujusvís minoris latus erit $= 2$, ac superficies $= 24 \times 8 = 192$: superficies 8 cuborum post divisionem. Ante divisionem superficies erat $4 \times 4 \times 6 = 16 \times 6 = 96$, qui numerus subduplus est alterius.

64 Corol. 2. Hinc quo superficies magis augetur, facilius corpora vi impellenti cedunt; nam minuitur massa, crescente superficie, in quam agens vim suam exerens, corpus impellit. Minimè igitur mirandum parvum saxum vento resistere, qui integros arenæ montes granula segregando huc illud transfert; longius projici saxum, quam arenulas: longius majores glandes tormento bellico, quam minores impelli, et alia sexcenta. Quæ quidem rudi minerva hic dicta sint, ne in abstrusam resistentiarum, et percussionum à fluidis theoriam falcem immittamus.

CAPUT QUARTUM.

De corporum inertia.

65 Inertiam materiæ seu corporis illam ineptitudinem voco ad motum ex se concipiendum, ut nisi ab agente externo agatur, æternum in statu quietis permaneat.

66 Corol. Inertia materiæ aliud prorsus est à vi inertiæ. Illa attributum est negativum, quod in corpore omnimodam incapacitatem ad se movendum, aut actionem aliquam ultrò ex intrinseca sua natura concipiendum indicat: altera est quædam accidentalis proprietas mox exponenda, ab ipsa inertiæ proprietate derivans, qua statum, in quo semel posita est, materia conservare nititur; ex quo resistentia oritur contra omne id, quod statum, in quo est, immutare tentat, quæ nisi vincatur, in diversum agi non potest.

67 Positio. "Similius vero est, inertiam omnimodam, sive actionis exigendæ incapacitatem, omnem materiam creatam afficere, quin aliud concipi possit attributum, quod materiæ naturam aptius exhibeat." Prob. A corporum omnium perpetua inductione novimus, nulli non inertiam convenire, nec alia nota magis spiritus exhibet ideam, quam illa sit aptitudinis ad actionem èx se concipiendam: omnibus igitur corporibus inertia convenit, ac præcipua nota est, qua corpus ab spiritu secernatur. Et quidem si aliud unquam firmum ab

analogia ductum est argumentum, quo ex his quæ novimus, ad ea, quæ à sensibus nostris remota sunt, inferre possimus; robustius nullum apparet, quam præsens, in quo discrimen omne inter corpus ac spiritum innititur. Lockium non moror, qui impotentiam cogitandi à materia removens, aut saltem demonstratam non esse asserens, metaphysicam omnem subvertit. Vide dicta Dissert. 3, c. 9. Metaph.

68 Opponеs. Si materia nullius actionis origo et causa est, omnis subvertitur causarum notio; hoc autem experientia falsum convincitur: ergo et omnimoda inertia materiæ. R. *dist. maj.* Si nullius actionis origo est ex intrinseca activitate provenientis, *neg. maj.* si nullius actionis origo et causa est juxta leges à supremo Conditore impositas, *conc. maj.* Quommodo intelligi debeat causarum influxus, exposuimus Metaph. art. 165, neque est, quod hic diutius in hoc argumento immoremur, quod ibi abundè tractatum arbitror. Porrò quæcumque phœnomena à causis educuntur, à naturæ legibus materiæ liberrimè dictatis provenire, mox ostendemus, è quibus motus omnis in natura corporea derivatur.

69 Oppon 2. In fermentationibus, combustionibus, rarefactionibus, condensatione ex intestino motu materiam percieri videmus à nullo externo agente in motu positam: ergo se ipsam ultrò movet, ac proinde iners non est. R. *dist. ant.* percieri ex intrinseca capacitate se, et alia corpora movendi, *neg. ant.* legibus Conditoris obedientem, et ut ajunt, *me-*

rè passivè se habentem, *conc. ant.* Quicumque motus in natura animadvertitur corporea, ab aliqua causa sive cum ratione sufficiente existit: materia autem se nec ad motum concitare, nec ipsum sistere potest. Hoc enim, ut perspicuum est, è voluntate provenire debet, quam nec Lockius, nec alius, qui ineptus haberi nolit, materiæ concedet. Quis enim unquam determinationem nisi à voluntate provenire concipiat? Quicumque igitur materiæ status supponatur, ab alio à materia distincto proveniat, necesse est.

Atque hic probè animadvertendum est, vulgare illud axioma: *Ad Deum in philosophia confugiendum non esse*, in iis tantum valere, quæ per proximas causas physicas explicanda sunt: ex gr. quum exponere velim, qua ratione quatuor libræ cum una in lance æquilibrentur; si asseram Deum ita statuisse, insipienter dixero: at rectè quæstionem solvam dicens, hoc ideo esse, quia distantia minoris ponderis ab hypomochlio quater major est, quam distantia majoris. Non ita se res habet in primis causarum principiis. Tunc ad Deum non confugere, insipientis est. Nam aut Deus non est, aut nonnisi in Deo prima principia sunt. Ipse est, qui planetis vim indidit, qua ab occasu in ortum feruntur. Ipse est, qui illos, et solem in axe rotat. Omnibus corporibus legem indidit, qua ad suum centrum tendunt. Tandem animalia condidit, quibus vim activam tribuit, qua motum pariunt, ajebat in *Miscellaneis philosophicis* quidam auctor minimè suspectus de nimio recursu ad Deum.

DISSERTATIO II.

DE MOTU CORPORUM.

CAPUT PRIMUM.

De natura motus, ejusque differentia.

70 Notionem metaphysicam motus jam tradidimus art. 185. Metaph. breviter hic recolendam, ut ad manus habeantur inibi dicta, et ea, quæ dicenda sunt, clarius percipiantur. Motus est *translatio corporis de loco ad locum*, sive existentia succesiva corporis in diversis spatii partibus. Hujusmodi notio adeo omnibus perspicua est, ut eam explicare, obscurare sit.

71 In motu quinque sunt consideranda, è quibus motus differentiæ proficiscuntur. Corpus videlicet, quod movetur, sive *quantitas* materiæ in motu positæ, è cujus elementorum numero motus quantitas deducitur; quippe per omnia æquè distribuitur; *directio*, sive linea, quam motu suo describit mobile; *celeritas*, quæ et velocitas etiam audit, qua corpus agitur; *spatium*, quod conficit, dum lineam directionis sectatur; è cujus longitudine spatii quantitas definitur, ac tempus, quo spatium conficitur. Ex his quinque fontibus omnium motuum diversitas est repetenda, ut singillatim motus divisiones exponendo perspicuum fiet.

72 Atque à quantitate quidem una tantum occurrit inter motus diversos differentia, quæ scilicet à majore, aut minore massæ, quæ movetur, magnitudine desumitur. Corpora enim duo A et B in motu posita, etiamsi directione eadem, velocitate æquali paria spatia conficiant, si alterum alterius duplum est, duplam quantitatem motus habebit; unde rectè diceremus, majus majorem motum præ altero obtinere, minimè autem velociorem.

73 A directione motus dicitur *rectilineus* vel *curvilineus*, prout linea directionis à mobili descripta constanter retinetur; tuncque erit motus *rectilineus:* aut continenter variatur, à quo motus *curvilineus* originem ducit.

74 Celeritas etiam quasdam inducit in motum varietates. Et 1. motus est *uniformis*, *acceleratus*, *retardatus* à velocitate, qua aut singulis momentis æquales spatii partes metitur, aut semper celeritatem auget, aut minuit. 2. Quod si incrementa aut decrementa æqualia semper sint, motus erit *uniformiter acceleratus*, aut *retardatus*. 3. Ceterum quum augmenta aut decrementa nullum servant constantem ordinem, motus dicitur *inæquabilis*, seu *variabilis*.

75 Demum locus seu spatium, in quo corpus movetur, plures in motum differentias inducit. Nam motum absolutum consideramus, dum corpus è loco in locum transfertur, nullo habito respectu ad corpora circumstantia: aut si malis cum Brissono explicare, est mutatio situs respectu omnium corporum, quæ ipsum circumdant; quod quidem ipsis immo-

tis manentibus intelligendum est. Potest enim contingere, ut corpore immoto, reliqua circumstantia moveantur, tumque situm mutaret relatè ad alia, quin moveretur. Hinc obiter notanda est differentia inter *situm* et *locum;* locus siquidem in casu figurato non mutatur; *situs* verò mutatur. Est namque situs ordo seu respectus corporis ad alia circumstantia. Aliis autem placet, per *situm* intelligere correspondentiam partium corporis ad diversos terminos, ut dum quis sedet, stat, jacet in eodem loco, situm mutat, locum non mutat. Porrò motus relativus est motus ipse absolutus ad alia corpora relatus; qui *communis* et *proprius* esse potest. Motus *relativè communis* est, quum corpus cum aliis delatum movetur quidem situm verò eumdem occupat. Talis est motus terricolarum in hypothesi terræ se moventis, aut hominum in nave vectorum. *Relativè proprius* est situs mutatio, aliis circumstantibus immotis manentibus.

76 Corol. Ergo potest fieri, ut corpus absolutè moveatur, relativè autem immotus sit, ut in curru iter agentibus contingit. Cave autem credas, corpus posse relativè moveri, absolutè autem quiescere, ut nonnullus scripsit, exemplum adducens hominis, qui motu contrario, et æquali in navi contra ejus directionem feratur, ita ut iisdem horizontis punctis respondeat. Hic quidem situm ad terræ et cœli positionem non variaret, re tamen moveretur. Sed hæc verborum magis, quam rerum est controversia. Denique et motus absolutus,

et relativus simul haberi potest, aut absolutè et relativè quiescere. Notiones autem quietis hic prætermittimus, quoniam ex præjactis motus expositionibus perspicuè deducuntur. Animadvertendum tamen, quod in hypothesi terræ planetæ circum solem se torquentis, nulla quies absoluta in globo, imò nec in universa natura existit; sole ipso, ac per analogiam etiam reliquis stellis fixis circum axem se convolventibus, ut alibi exponemus.

77 Schol. Portento simile videbitur, fuisse quosdam philosophantes, ne dicam sophistas, qui motus existentiam, imò et possibilitatem impugnarent. Pyrrhonem ac scepticos non nomino, qui de propria existentia quum dubitarent, mirum non est, ad motum etiam scepticam *circumspectionem* extendisse. Zenonem Eleatem ac Diodorum Cronum miror, qui ostentandi ingenii causa dialecticis argutiis motum impugnarunt. Herophilus medicus Diodori argumenta amara quadam irrisione solvisse fertur. Nam quum ob luxatum humerum se malè haberet Diodorus, Herophilus ab ipso vocatus, ut os in situm pristinum restitueret, nihil curans infirmi dolores, tranquillè negavit. se credere humerum Diodori esse luxatum. "Nam vel motum est, *inquiebat*, humeri os in loco, in quo erat, aut in loco, in quo non erat: at neque in loco, in quo est, movetur; in eo enim manet, si in ipso est; neque in loco, in quo non est, movetur: ubi enim quidquam non est, nec agere, neque pati potest aliquid: os igitur in suo loco manet." Hujus-

modi erat sophistæ Diodori argumentum, quo motum impugnabat. Qui tamen dolore punctus medicum rogavit, ut, omissis ludicris, seriò ad curationem manus admoveret. Et quidem adeò putida est cavillatio sophistæ, ut negando corpus moveri aut in loco, in quo est, aut in quo non est, statim evanescat: mobile quippè è loco, in quo est, ad locum, in quo non est, movetur, ut res est meridiana luce clarior.

78 Ad Zenonem Eleatem quod attinet, Diogenes Cynicus interrogatus quodam die, dum ambularet, quid ageret? solvo, inquit, argumenta Zenonis. Et rectè quidem solvisse dicendus est: nam quæcumque argumenta, etiamsi demonstrationes videantur, contra experientiam, ac manifestam veritatem non prævalent, imò nec exponi merentur. Zenonis paralogismus erat hujusmodi: Ponamus Achillem, quem velocissimum cursu describit Homerus, mille passus à testudine distare; dum Achilles milliare conficit, posita ejus velocitate centies majore, testudo $\frac{1}{10}$ milliaris absolvet: hanc centesimam percurrente Achille, testudo per $\frac{1}{10000}$ progreditur; quam etiam dum Achilles absolvit, à testudine alia $\frac{1}{1000000}$ conficitur etc. ergo semper distabunt, nec Achilles umquam assequetur testudinem. Hoc ar gumentum Achillem appellabat Zeno, ludens in æquivocatione verbi, qua et Achillem in exemplum indicabat, et argumenti vim, quam insuperabilem, ut Achilles ab Homero pingitur, sibi persuadebat. Vis tamen hujus Achillis pul-

veris exigui jactu compressa quiescit. In progressione enim geometrica (ut est hæc) summa terminorum, excepto ultimo, est ad summam terminorum, excepto primo, ut unitas ad communem quotum (Math. 219): quum igitur primus terminus illius seriei $\frac{1}{100}$, secundus $\frac{1}{10000}$ sit; quotus est 100. Instituta ergo proportione, ac neglecto ultimo termino, utpotè minimo, habebitur $5 = \frac{1}{100} \times 100 : 99$, seu $\frac{1}{99}$ Achilles igitur milliari $1 + \frac{1}{99}$ percurso, testudinem assequetur.

79 Motus etiam dividi solet in *simplicem*, *compositum*, *directum*, *reflexum* et *refractum*. Simplex erit motus si ab una tantum causa mobile sollicitetur ad motum, aut etiamsi plures sint, eamdem directionem affectent; tum enim velut unica causa considerantur. Quod si diversis directionibus mobile agatur, motus *compositus* proveniet. *Directus* est motus quilibet dum eamdem lineæ directionem insistet: qui si ab aliquo obstaculo retroagatur, aut directionem aliò flectat, directus in *reflexum* convertitur. Motus demum à medio densiori in aliud minus densum, aut contra, *refractus* dicitur, quia semper ejus directio infringitur. Sic radii lucis ab aere in aquam transeuntes, nonnihil complicantur, quod causa est ut corpora inter aquam demersa, puta remus, aut baculus veluti confracta videantur.

CAPUT SECUNDUM.

De motu simplici.

80 Velocitas in motu est illa rapiditas, qua mobile quoddam spatium percurrit. Hujusmodi celeritas computari nequit, nisi spatium cum tempore, quo spatium à mobili conficitur, conferatur. Ex eo quod navis è Gadibus ad portum Veræcrucis appulsa sit, ejus celeritatem definire non poteris, quamdiu dierum navigationis numerum ignoraveris. Nam si annum integrum posuit, lentè quidem processit, tandiu mare tenens, quum 40 dierum spatio talis navigatio confici soleat. Ex quo velocitas dici potest, "ratio spatii percursi ad tempus, quo percurritur;" unde major est velocitas, quo tempus brevius et spatium longius est; minor si tempus diuturnius ac spatium brevius: quæ ùt vides, ratio est composita ex directa spatiorum et reciproca temporum (Math. 227).

81 Corol. Rectè igitur velocitas computabitur, spatium per tempus dividendo: seu fractione cujus numerator spatium, denominator tempus exprimat, in quo mobile cursum absolvit. Generali formula id indicatur sequenti æquatione $C = \frac{S}{T}$; C velocitatem, S spatium T tempus designando: scilicet velocitas æqualis est spatio per tempus diviso. Equus effuso cursu, ut bacchanalibus romanis fieri solet,

milliare tribus minutis conficiat: erit ejus velocitas $C = \frac{S}{T}$ seu $C = \frac{1000}{180}$, minutis in secunda tempuscula divisis; et ita passus $5\frac{1}{2}$; et paulò amplius, cuilibet minuto secundo respondent. Ex hoc principio, quod motum absolutum respicit, motus relativus duorum mobilium definiri potest, quod sequentibus propositionibus seu theorematis præstabo.

82 Theor. I. "Si spatia percursa et tempora sunt æqualia velocitates duorum corporum erunt æquales." Fractiones siquidem, quæ numeratores et denominatores æquales habent, sunt etiam æquales (Math. 42), ut $\frac{5}{10} = \frac{5}{10}$, aut etiam variata expressione $\frac{5}{10} = \frac{50}{100}$ (Math. 48) ergo si $\frac{S}{T} = \frac{s}{t}$ etiam $C = c$, quum $C = \frac{S}{T}$ et $c = \frac{s}{t}$ (præc.)

83 Theor. II. "Quum tempora sunt æqualia, spatia vero inæqualia, velocitates sunt in ratione directa spatiorum, sive ut spatia percursa sunt inter se." Nam fractiones eumdem denominatorem habentes, sunt ut numeratores (Math. 49). Quoniam igitur in fractionibus $\frac{S}{T}$ $\frac{s}{t}$ ponitur $T = t$, erit $\frac{S}{T} : \frac{s}{T} :: S : s$; sive substituendo $C = \frac{S}{T}$ et $c = \frac{s}{T}$; $C : c :: S : s$.

84 Theor. III. "Quod si spatia æqualia sint, insit verò inæqualitas in temporibus; celeritates erunt in ratione inversa temporum: major, qua breviore; minor, qua longiore tempore

spatium percurritur." Nam dum numeratores sunt æquales, fractiones sunt in ratione inversa denominatorum (Math. 49) $\frac{5}{10} : \frac{5}{20} :: 20 : 10$: ergo si $S = s$, $\frac{S}{T} : \frac{s}{t} :: t : T$; ac substituendo, ut in superiore æquatione $C : c :: t : T$, ratio nimirum inversa temporum in velocitatibus.

85 Theor. IV. "Demum quum inæqualia sunt tam spatia percursa quam tempora, velocitates sunt, ut quoti spatiorum per tempora ipsis respondentia divisorum." Nam dum inæquales sunt duarum fractionum numeratores ac denominatores, earumdem valores sunt ut quotientes (Math. 49), ut $\frac{3}{6} : \frac{6}{18} :: \frac{1}{2} : \frac{1}{3}$; quamobrem $C : c :: \frac{S}{T} : \frac{s}{t}$; fractione quotientes designando, peracta divisione.

86 Ex dictis etiam ratio spatiorum ac temporum facilè derivatur. Nam si velocitates fuerint æquales, erunt spatia in ratione temporum, sive $S : s :: T : t$. Si celeritates fuerint inæquales et tempora æqualia, erunt spatia in ratione celeritatum, sive $S : s :: C : c$. Utrisque inæqualibus existentibus erunt in ratione composita, sive ut producta temporum ac velocitatum $S : s :: CT : ct$.

Corol. Proinde temporum ratio coalescit ex directa spatiorum, et reciproca velocitatum. Est enim $S : s :: CT : ct$: ductisque extremis ac mediis $Sct = sCT$, et $T : t :: Sc : sC$. Hujusmodi formulæ adeò claræ sunt, ut etiam ab algebram nescientibus percipi queant.

§. II.

Quantitas motus.

87 Lemma "Quantitas motus est productum seu factum ex massa in velocitatem, qua mobile spatium absolvit." *Dem.* Corpus quodvis ad motum concitatum moveri nequit, quin omnes ejus partes eam vim sentiant, qua earum inertia superetur, ut sic possint omnes partes ab uno ad alium statum transferri. Si enim fieri posset, ut parti corporis vis imprimeretur, altera inerte remanente, numquam corpus moveretur, vel in partes scinderetur duas, aut plures; illis nimirum, in quas motus reciperetur, ab inertibus separatis. Quantitas igitur motus exsurgit ex omnibus partibus corporis simul motis, quatenus eamdem lineam directionis sectantur. Quod autem tam celeritas, quam spatium considerari debeant, ad quantitatem motus definiendam, sic ostendo. Concipiamus primum partes omnes in motu positas spatium aliquod dato tempore conficere; deinde duplum; posteà triplum etc.: manifestum est, in primo casu minorem motus quantitatem, quam in secundo haberi, in quo dupla sit, oportet, tripla in tertio etc. ut spatia hujusmodi conficiantur. Enimvero hic tantum celeritas augetur: quare à celeritate etiam motus augmentum capit, proindeque quantitas motus à magnitudine seu partium numero, atque à celeritate in omnes partes distributa computanda est: nimirum quantitas motus est

productum massæ in celeritatem. Celeritas autem per tempus et spatium definitur: ergo in ipsa celeritate spatium etiam comprehenditur. Ex hoc lemmate sequentes propositiones seu theoremata spontè fluunt ad quantitates respectivas motus definiendas in diversis corporibus, quæ etiam illius corollaria dici queunt.

§ 88 Theor. I. "Quum duorum corporum massæ et velocitates æquales sunt, quantitas motus utrobique æqualis est." Primum generalem demonstrationem ex geometria inferiori proponam, quæ sequentibus theorematis applicabilis est; deinde formulis algebricis utar, ut ad manum sint iis, qui algebram coluerint. Ac primum omne productum tamquam rectangulum concipi potest, cujus latera sint factores; quantitas enim et numeris et lineis exprimi potest. Si igitur massam veluti altitudinem rectanguli, celeritatem ut ejus basim concipiamus, quantitas motus tamquam rectangulum ex massa in celeritatem compositum exprimetur (Math. 357). Quæ quum ita sint, omnia quæ dicenda sunt, ex rectangulorum proprietatibus facilè consequuntur. Rectangula quippe altitudines et bases æquales, aut bases altitudinibus reciprocè æquales habentia, æqualia sunt. Eamdem basim habentia, sunt ut altitudines: eamdem altitudinem habentia, sunt ut bases: quæ diversas habent tam altitudines, quam bases, sunt in ratione composita basium et altitudinum (Math. 378).

Jam esto M et *m* expressio massæ duorum corporum: C et *c* celeritates designent: Q et

q motus quantitatem. Quoniam $Q = M \times C$, et $q = m \times c$ per lemma præced. si $M = m$, et $C = c$; erit $MC = mc$ et $Q = q$. Quantitas motus utrobique æqualis.

89 Theor. II. "Si duo mobilia massa æqualia sint, eorum tamen celeritates inæquales, quantitates motus relativi erunt in ratione velocitatum." Nam $Q = MC$: et $q = mc$; adeoque $Q : q :: MC : mc$: deletis igitur æqualibus M et *m*, erit $Q : q :: C : c$ (Math. 211).

90 Theor. III. "Quod si velocitates æquales sint, massæ autem inæquales in corporibus motis, quantitates respectivæ motus erunt ut massæ." Erunt siquidem $Q : q :: M : m$ ut in æquatione præced. deletis æqualibus $C : c$.

91 Theor. IV. "Quum autem celeritates, et massæ inæquales sunt in corporibus motis, respectivæ motus quantitates sunt in ratione composita massarum et celeritatum, sive ut producta ex earum multiplicatione provenientia." Est enim $Q : q :: MC : mc$.

92 Theor. V. "Si duo corpora habuerint massas suis velocitatibus reciprocè proportionales, erunt eorum motus quantitates æquales." Nam si $M : m :: c : C$, erit $MC = mc$.

93 Schol. In hoc postremo theoremate universa Mechanica innititur, quæ in applicandis aut minoribus viribus seu celeritatibus majores massas, aut parvis massis augendo celeritatem, tota versatur. Et quidem eodem modo grando aut parvus globus tormenti bellici occidit hominem ob impulsum seu celeritatem ipsi additam, ac ædificium in ipsum ruens,

quantumvis exigua celeritate moveatur, ut tristi experimento nonnumquam observamus.

CAPUT TERTIUM.

De generalibus motus legibus.

94 Generales motus leges illæ vocantur, quas corpora in motu posita constanter observant. Harum legum causa minimè è natura, ipsa materiæ aut corporis repetenda est, ut sæpius jam ostendimus, quin opus sit hic eamdem crambem recoquere. Existentia harum legum observatione impenetrabilitatis ac inertiæ corporum deducta est nam à libera Conditoris voluntate pendens à nullo metaphysico principio deduci potest; quod etiam invictè probat eas à natura corporis non exigi. Si enim hoc verum esset, à notione metaphysica corporis demonstrarentur; quum potius verum sit ex notionibus, quas de corporibus habemus, nullam omnino posse motus legem derivari, nisi primam excipias, ab inertia erutam, quæ fortasse inter attributa essentialia corporis referri potest (67).

95 Lex I. "Omnia corpora in eo, quem obtinent, statu quietis, vel motus perseverant, donec ab alia causa extrinseca impediantur." Hanc legem, quæ ferè est inertiæ materiæ notio, satis explanatam arbitror dissertationis primæ cap. ult. dum inertiam corporum exposuimus.

96 Lex II. "Corpus in motu positum per

lineam rectam semper progreditur; neque ex se lineam rectam suæ directionis mutare potest." Corpus namque natura sua iners, perseverat in suo statu motus, si ad ipsum determinetur, per præc.; at in suo motus statu non perseveraret, si à linea recta deflecteret: hic enim jam est novus status seu nova directio, quam à se affectare non potest: ergo in eadem perseverare debet. Hoc magis sequenti canone declarabitur.

97 Lex III. "Quandocumque corpus à linea recta suæ directionis deflectit, à nova superveniente causa ad id determinatur." Ea sanè est inertiæ natura, ut passivam indifferentiam ad motum et quietem præseferat; omnimodamque ineptitudinem ad hanc potius quam aliam, quamvis motus directionem acquirendam. Nam quod se movere non potest, neque motus directionem in potestate habet: quocumque enim se verteret, à se moveretur, quod se movere impotens est; hoc autem pugnantia inducit. Quod etiam quotidiana experientia comprobatum videmus; quum nulla motus inflexio observabilis sit, cujus causam extra corpus existentem non animadvertamus.

98 Corol. Motus curvilineus, quicumque tandem ille sit, à duabus causis, diversas directiones mobili imprimentibus, provenire debet. Hoc fusius, ubi de motu composito dissertatione sequenti agemus, explicabitur. Ab hac enim lege universa motus compositi theoria deducitur, quæ inibi aptiori loco collocabitur.

99 Lex IV. "Motus ea lege in percutiente

corpore extinguitur, qua æqualis quantitas in percusso corpore producitur." Omnino id ab experientia habemus, et in corporum collissionibus passim animadvertimus, præsertim si globosa figura donentur, quæ omnium maximè ad motum concipiendum apta est. Resistentia etiam mediorum, à qua motus deperditur, ideò in natura valet, quia quantitas motus in ipsis producitur, quæ in mobili extinguitur.

100 Lex V. "Quæcumque mutatio mobili accidat sive in directione sive in velocitate, effectus semper erit causæ producenti proportionalis." Omnis quippe effectus suæ causæ proportionalis esse debet: quin unquam causa majorem aut minorem sua activitate effectum producere queat. Quam enim assignares huic effectui rationem sufficientem? Tantum quidem est effectum sine causa produci, quantum ipsum causæ virtutem superare: quippe ea parte, qua major est, sine causa est.

CAPUT QUARTUM.

De obstaculis ad motum.

101 Si corpus nullum obstaculum offenderet, semel in motu positum, æternum moveretur: quemadmodum in quiete collocatum, perpetuò in hoc statu jaceret, dummodo ab aliquo agente ad motum non excitaretur (65, et seq.). Corpora igitur mota adcirco à motu ad quietem transeunt, quod resistentiam offendant, ad quam lege 4 motus sui partem sen-

sim amittendo transferunt, eo modò quo in Metaphysica motus productionem explicavimus. Nec enim hic per translationem communicationemve aliud intelligimus, quam motus quantitatem æqualem deperditam in uno, in altero corpore excitari; quin veram ab altero ad alterum propagationem insinuemus.

102 Plura quidem ad motum obstacula occurrunt, putavis inertiæ, cohæsio partium, corporis attritus à superficie corporis, super quam movetur; resistentia fluidi circumambientis quod omnia corpora amplectitur, sive illa sit aeris, sive alterius fluidi in quo demersum sit corpus. Vim inertiæ, ubi de viribus corporum sermo incidet, expendemus; cohæsionem partium ubique consideramus, dum de singulis corporum speciebus agendum est; attritus in machinis præsertim perpenditur, cujus leges adeò variæ sunt, ut in mechanicis plurimum negotii facessant. Hic igitur resistentiam mediorum tantum generali theoria exponemus, prout physicas notiones attingit.

103 Omnibus notum est, fluida omnia diversa densitate, et cohæsione partium prædita esse, ita ut aer vix sensibiliter motui resistat; fortior sit resistentia aquæ quam aeris; metalla fusa, mercurius, etiamsi in maximo fluiditatis gradu constituta sint, validè conatui se moventis obsistunt; et hoc quidem à densitate magis, quam à partium cohæsione provenit; quum prædicta corpora maximè mobilia sint. Contra aliis fluidis obvenit, ut oleo, quod levius aqua quum sit, majorem motui resisten-

tiam opponit, ob viscositatem partium, quæ ægriùs invicem separantur. Volumen etiam majus removendum à vi impellente validius obstaculum est, atque eo majùs, quo majore velocitate agendum sit. Porro volumen à superficie anteriore corporis fluidum dividentis consideratur, huic enim obstaculum opponitur ad progressum. Ex hac diversitate mediorum sequentes canones inventi sunt, quibus theoria resistentiarum exponitur.

104 Theor. I. "Idem corpus eadem velocitate motum, in diversis mediis resistentiam offendit densitati eorumdem proportionalem." Nam quo densius est fluidum, eo plura elementa seu particulas materiæ continet, quibus motus communicari debeat, juxta legem 4 motus; quod quidem est mutatio accidens mobili in sua velocitate, ut perspicuum est: at in hoc casu ex lege 5 effectus semper est causæ proportionalis: resistentia igitur, quæ effectus est densitatis, erit ipsi proportionalis.

105 Theor. II. "Duo corpora similia, magnitudine inæqualia, puta globi duo ferrei, alter 2 alter 3 pollicum diametri, si eadem velocitate ac per idem medium moveantur, resistentiam offendent suis superficiebus proportionalem." In casu figurato volumen fluidi propulsum à quolibet corpore erit suo volumini æquale, majus majori, minus minori, adeoque volumem aquæ á globo 3 pol. diam. erit ad alterum ut 9: 4, quoniam superficies sunt in ratione duplicata diametrorum: nam globus 3 pol. ut promoveatur, volumen etiam aquæ ei-

dem superficiei respondens in partem anteriorem propellere debet; neque enim procederet, nisi illam portionem fluidi, qua ejus superficies anterior obducitur, removeretur: sunt igitur resistentiæ superficiebus proportionales.

106 Theor. III. "Si idem mobile, aut duo mobilia prorsus æqualia diversis velocitatis gradibus per idem medium agantur, resistentia medii erit quadrato velocitatis corporis in ipsum agentis proportionalis. Esto globus A, qui massa æquali 1, velocitate = 10 moveatur per fluidum; per quod ut ita moveatur, debet massam æqualem propellere, quæ continetur in spatio = 10: indens etiam velocitatem = 10; adeòque resistentiam inveniet æqualem 10 × 10 = 100. Esto idem corpus, quod sequenti momento, aut aliud æquale, quod eodem tempore propulset velocitate = 100; promovebit fluidum per spatium = 100, sive massam = 100, ac velocitatem suæ æqualem ipsi communicabit: quod fieri non potest nisi superata resistentia æquali quantitati hujus motus, quæ est 100 × 100 = 10000. Erunt igitur resistentiæ ut 100 : 10000 seu ut quadrata velocitatum.

107 Corol. 1. Duo igitur corpora ejusdem tum figuræ, quum etiam voluminis pari velocitate in eodem fluido delata, æqualem patiuntur resistentiam, atque adeo parem amittunt motus quantitatem.

108 Corol. 2 Quare si duo modò dicta corpora densitate discrepent, erunt velocitates ab eisdem propter resistentiam deperditæ, densitatibus reciprocè proportionales. Quamvis enim

resistentia fluidi eadem sit utrobique ob superficies æquales, major tamen massa facilius superat resistentiam, quam minor, ob majorem motus quantitatem (87).

109 Schol. Newtonus, ut resistentias fluidorum æstimaret, sequens theorema demonstravit. "Si corpus sphæricum moveatur in fluido ejusdem, ac suæ densitatis, dimidium sui motus amittit, dum spatium æquale octo tertiis partibus suæ diametri percurrit." Fluidum, quod hic globus, seu sphæra removeret, æquale est cylindro, cujus basis circulus sphæræ maximus, axis verò linea, quam ejus centrum describit octo tertiis, seu $2 + \frac{2}{3}$ diametri sphæræ æqualis. Cylindrus autem sphæræ circumscriptus habet ad sphæram ipsam rationem, ut 3 : 2 (Math. 440), et cylindrus, cujus basis est diameter sphæræ, altitudo autem duæ tertiæ partes ejusdem diametri, posita utrobique æquali densitate, massam continet massæ sphæræ prædictæ æqualem. Massa igitur propulsa in hoc casu, est ad massam corporis sphærici ut 8 : 2, sive ut 4 : 1. Ex quo generalis hæc deductio eruitur ad quamcumque hypothesim applicabilis, in qua scilicet fluidum, et corpus sphæricum diversæ densitatis statuantur. quod corpus removens massam fluidi quater sua majorem dimidium sui motus amittit.

110 Corol. Ut igitur spatium deducatur, quod corpus aliquod sphæricum in fluido percurrit, sui motus medietatem amittens, opus est utriusque densitatem explorare, seu relationem inter utramque intervenientem. Exem-

plum esto globus aureus aquam permeans: gravitatis specificæ auri puri et aquæ invicem comparatæ sunt ut 192581:10000; unde dimidium sui motus amittit globus aureus, qui per aquam percurrit spatium seu lineam $51 + \frac{1}{3}$ vicibus suam diametrum continentem.

111. Schol. Hactenus figuram sphæricam in exemplum adduximus, in qua faciliùs intelligitur, atque ad calculos reducitur instituta comparatio inter solida et fluida, quæ ab ipsis permeantur. Ceterum planum est, pro varietate superficierum majorem aut minorem resistentiam à fluido opponi debere; ab ipsa enim quantitas major aut minor fluidi promovendi determinatur. Cubus siquidem minorem offendit resistentiam dum ab angulis, quam dum per latera fluidum separat; quia ab angulis feriens minorem, à latere majorem superficiem in fluidum immergit. Posuimus etiam corpora moveri per fluida quiescentia, quæ resistentiam ab inertiæ vi, atque à cohæsione partium ortam tantum opponunt. Quod si fluidum movetur, ut aquæ in flumine, perspicuum est eo majorem resistentiam opponere, quo velocior est motus, et corpus directione magis, aut minus ipsi opposita moveatur: tum enim quantitas motus fluidi est æstimanda simul cum directione ipsius motus. Porrò si corpus moveatur directione ex diametro opposita directioni fluidi, maximam inveniet resistentiam: si moveatur alia directione, tanto minor erit resistentia, quanto minor sit angulus inter corpus et fluidum interceptus. Quod si moveatur eadem directio-

ne cum fluido, magnoperè adjuvabitur ab ipso fluidi motu, quemadmodum in cymbis, aut navibus secundo flumine vectis animadvertimus. Verum hæc satis dicta sint pro generali theoria resistentiæ mediorum.

CAPUT QUINTUM.

De motu refracto.

112 Motum capite superiore per fluidum homogeneum consideravimus; nunc ab uno ad aliud diversæ densitatis medium corpus transiens, effectusque, qui in motu producuntur in hac resistentiarum variatione expendamus, oportet. Esto XZ (fig 1) superficies aquæ quiescentis cui atmosphera XAZ incumbat: AV sit perpendicularis ad superficiem aquæ, è cujus positione anguli incidentiæ et refractionis comparantur. Porrò angulus incidentiæ dicitur is, quem corpus C cum superficie XZ, in quam incidit, format, è quocumque loco decidat; ut in casu modo figurato est CRZ. Angulus refractionis est, DRV, quem perpendicularis RV format cum linea directionis RD, per quam mobile, postquam superficiem XZ attingit, moveri pergit. Mobilem enim C, si fluidum XZ esset homogeneum, suam directionem continuaret per CS; densiorem autem superficiem irrumpens, ab RS ad RD sensim recedit, ut mox statuemus, dum casum obliquum corporis C exponemus: isque dicitur motus refractus.

113 Assertio I. "Corpus in medium magis mimusve densum perpendiculariter incurrens, directionem non mutat, sed perpendiculariter moveri pergit: atque adeo nullam patitur refractionem sui motus." *Dem.* Decidat corpus ex puncto A (fig. 1) in superficiem XZ, seu ex aere leviore per aquám aere densiorom irrumpens; adhuc perpendicularem directionem AV non deseret: ascendat etiam ex puncto V, directione VA ex aqua in aerem transiens, pariter eamdem lineam describet postquam à superficie XZ emerserit. Hoc quod experientia tentaminibus factis physicis monstravit, cuique etiam persuadere potest, si globum in aquam perpendiculariter demittat. Ratio pariter ostendit, aliter evenire non posse: nam corpus verticaliter decidens, æqualem undique pressionem exercet in fluidum, ab eoque in ipsum similis actio exercetur: nulla igitur est ratio, cur in unam potius, quam in alteram partem deflectat, ut statim in descensu obliquo ostendemus evenire; quamobrem eamdem viam seu directionem insistere debet.

114 Assertio II. "Mobile alia quacumque à perpendiculari directione in fluidum densius incurrens, ut C (fig. 1), directione CR à priore semita deflectens RS, aliam RD affectat à perpendiculari AV, sive RV remotiorem." *Dem.* Corpus C, quod directione CR movetur, concipi potest duabus directionibus CA, CZ impulsum, ut postea, ubi de motu composito, exponemus. Directio CA est parallela superficiei XZ: nulla ergo ab hac directione resisten-

tia est. Quare tota resistentia nascitur à perpendiculari CZ, à qua proinde recedere debet corpus C, quum vix ingredi cœperit in fluidum densius, atque in fluidi superficiem deflectet, ubi nulla opponitur ipsi resistentia. Et hinc est, quod intra fluidum densius non describat rectam RS, sed obliquè cadat in RD. Hæc quidem demonstratio geometriam citiùs, quam physicam sapit. En igitur à natura ipsa rerum desumptam rationem. Globus PN (fig. 2) directione ST actus, dum fluidi superficiem in R contingit, insistit aquæ puncto tantum sui hemisphærii inferioris R, cui aqua opponit resistentiam juxta directionem ST; quum adhuc tota sphæra in aere sit, à quo nongenties minorem resistentiam subit; quod quidem per totum tempus immersionis evenit, in quo resistentiam majorem secundum centri M ad R directionem semper offendit. Si enim æqualis pressio circa partes *nop* efficit, ut centrum *m* semper rectam lineam affectet, ut in theor. præced. ostensum est, inæqualitas pressionis, seu resistentiæ directionem mutabit. Dum ergo punctum R aquam attingit, majorem resistentiam, quam punctum Q sentiet, cui ab aere tantum resistitur. Dempto igitur pressionum æquilibrio inter partes ORP et NQO, centrum globi curvam OV describet, cujus ultimum elementum desinet, quum partes omnes globi penitus immersæ fuerint in fluido; tunc per rectam VX insistet.

115 Corol. 1. Eo major est refractio, quo angulus incidentiæ CRZ (fig. 1) minor est, sive

quo magis obliquè superficiem fluidi mobile premit; ita ut refractio nulla sit in puncto perpendicularis incidentiæ; ab eoque magis ac magis augeatur in ratione obliquitatis anguli CRZ. Hoc ex præced. theor. sponte fluit. Hinc sæpe observamus in summa obliquitate anguli incidentiæ, corpora in fluidum non immergi, sed resilire, quemadmodum in percussione obliqua contra planum horizontale semper evenit. Tum enim resistentia fluidi vices gerit obstaculi solidi, cujus resistentia major est, quam vis respondens directioni CZ, seu RV, quæ in percussione nimium obliqua evanescit cum resistentia fluidi comparata.

116 Corol. 2. Major etiam refractio provenit à densitate majore fluidi, in quod mobile transit; aut etiam à superficie majore corporis in ipsum irruentis; ita ut, ceteris paribus, majorem angulum efficiat mobile in densius medium irruens aut majore superficie donatum, quam in rarius aut minore volumine per ipsum pertransiens. Densius quippe majorem resistentiam opponit (104); idem etiam fluidum majore quantitate à superficie majore, quàm à minore est propulsandum (105); unde ab hac majore in utroque casu resistentia, et major angulus refractionis oriri debet.

117 Assertio III. "Quando autem mobile è medio densiore in alterum rarius immergitur, aut emergit directione obliqua, contrà evenit, ac in theor. præc. ostensum est; ad perpendicularem nimirum accedit conditionibus modò expositis." *Dem.* Ratio eadem persuadet in sen-

su contrario contrarium effectum obtineri debere: ergo si è rariore in densius medium transiens à perpendiculari recedit, ex hoc in illud emergens ad perpendicularem accedat, oportet. Equidem PN (fig. 2) dum per lineam XV movetur in fluido, tempore emersionis superius hemisphærium VQ minorem resistentiam offendit, quam inferius RV adhuc demersum; atque adeo centrum O per curvam OV agi debet, donec in M penitùs emersum, atque adeo æquam pressionem undique sentiens, per rectam M*m* feratur, ut priùs.

118 Schol. Hactenus expositæ leges, quamvis omnino generales sint in natura, ac proinde in luce etiam obtinere debeant; effectus tamen in ea specie quidem contrarii animadvertentur, quamquam reipsa contrarii non sint. Profecto aer ex gr. etiamsi rarior sit aqua, à luce facilius hæc, quam ille permeatur. Aer etiam crassior atmosphæræ proximioris terræ, penetrabilior est luci, quam rarissimus ille à terra remotior. Ex quo illud efficitur, lucem ab aere in aquam permeantem, ad perpendicularem accedere; ab aqua in aerem transeuntem, ab ipsa recedere. Hoc nunc satis sit animadvertere, ne perperam principia refractionis tradita luci applicentur: ceterum in physica particulari phænomena ab hac lucis proprietate derivantias, quæ dioptricæ fundamentum sunt, commodius exponemus.

CAPUT SEXTUM.

De motu reflexo.

119 Antequam motum reflexum consideremus, diversas corporum especies distinguere oportet, à quibus ejus theoria prorsus dependet. Corpus perfectè durum est illud, cujus partes ictibus non cedunt, sed diffringuntur potius, quam introrsum comprimantur; ut comprimitur corpus molle, quod quum percusseris, partes ejus recedunt interius, in eodemque statu jugiter manens. Elastica corpora ex molli et duro participant, quatenus compressa, interius recedunt, ut mollia; statim tamen ad pristinum statum eisdem viribus, quibus compressa fuerunt, restituuntur. Planum est, alia esse aliis duriora, elasticiora, molliora: inde divisio in *perfectè*, *dura*, *mollia*, ac *elastica;* et *imperfectè* talia, ut sunt pleraque, in quibus experimenta capere licet. Ad leges tamen motus reflexi omnia corpora, de quibus sermo est, perfecte dura, aut elastica finguntur, quamvis non liqueat, utrum aliquod sit in rerum universitate corpus perfectè durum, elasticum, aut molle, si aerem, ac lucem excipias, quæ perfectè elastica ad sensum saltem apparent.

120 *Angulus incidentiæ*, ut diximus in motu refracto, est quem linea directionis mobilis cum plano, in quod incidit, describit, ut ABE (fig. 3): angulus verò reflexionis est, quem linea altera à corpore resiliente descripta FC

cum plano BF format ad partem alteram. Quod si superficies, in quam incidit corpus, non plana sed curva concipiatur, anguli reflexionis et incidentiæ in plano, quod per punctum contactus superficiei curvæ transiret, accipiendi sunt; ut si punctum B incidentiæ esset punctum globi sphærici, anguli incidentiæ et reflexionis in plano EF cum tangente ad punctum B concipiendi essent. En jam motus reflexi leges, quarum theoria planum perfectè durum, aut elasticum supponit, in quod corpus duritie, aut elaterio perfecto pollens intelligitur incurrere.

121. Lex Prima. "Si globus non elasticus incurrat in planum immobile EBF (fig. 3) directione perpendiculari AE, totam suam celeritatem amittit, adeoque quiescit, seu immobilis perseverat." Nam quum resistentia obstaculi ex diametro ejus directioni opponatur, eamque superare non possit, quoniam immobile illud ponimus, neque aliam directionem affectare, nec retrorsum abire potest: quia totum suum motum consumpsit, quem nec à plano perfectè duro, nec à semet ob eamdem rationem reasumere valet: ergo extincto motu, quiescet. Scio Monteirum aliter sentire, qui corpus perfecte durum resilire contraria directione debere asserit; quam litem, ut dirimat, quum ab experimento dirimi non possit, quoniam corpus non existit perfectè durum, rationem in auxilium advocat, inquiens: tale corpus motum suum plano non communicare, quippe immobile ponitur: debet igitur ab

eadem quantitate motus retenta, mutata directione in oppositam partem resilire. Respondeo, motum omnem in casu figurato aut perditum omninò, aut communicatum iri plano immobili. Impossibile non est, Monteiro ipso fatente, quod motus extinguatur; nec enim Cartesianis annuit dicentibus, motus quantitatem eamdem semper in natura conservari ab uno ad alterum corpus translatam. Quod si casus extinctionis motus possibilis est, non video, cur in figurato casu extingui non debeat. Demus autem non extingui; poterit per totam massam tum plani, tum etiam reliquorum corporum, quibus planum incumbit, insensibiliter propagari, quin hoc immobilitati plani officiat, cujus motus esset prorsus insensibilis, utpote per massam immensam diffusus, adeoque infinitesimus. Sanè si, quod doctus Auctor existimat, eveniret, nulla diversitas inter corpora perfectè dura et elastica intercederet: quum effectus ubique iidem essent. Neque ratio ulla sufficiens apparet, quæ directionem motus in contrariam convertat: non à plano perfectè duro hæc mutatio haberi potest, in quo præter impenetrabilitatem seu resistentiam, ut ulterius progrediatur, nihil aliud concipitur, à quo hæc directio imprimi queat. Eadem autem ratio in mobili valet, quæ à sua duritie nullas vires acquirit, ut in contrariam partem recedat: imò oppositum ex notione duritiei videtur deduci. Quiescit igitur post ictum.

122 Lex II. "Si corpus perfectè durum in planum æquè durum obliquè incurrat, ex di-

rectione AB (fig. 4) excurret versus E per spatium CE; quod erit ad AC, ut cosinus incidentiæ ad radium (*Math.* 448).” Nam corpus obliquè incidens in planum duabus directionibus actum concipi potest, ut de motu refracto diximus, quæ in casu essent AD, AF. Si solum directione perpendiculari AD ferretur, in obstaculum inexsuperabile impingeret, à quo ejus motus elideretur: dum tamen altera directione parallela AF nullum offendit impedimentum, per eamdem moveri perget quantitate motus AF=CE; abstractione tamen facta ab affrictu, ceterisque motus impedimentis. Jam si AC tamquam radio, centro C destribueretur circulus, AD esset sinus rectus anguli incidentiæ ACD (Math. 443); DC ejus cosinus (ibid. 448); est igitur DC ad AC, ut cosinus ad radium: est autem DC=AF=CE (Math. 351): ergo CE ad AC, ut cosinus inclinationis ad radium.

123 Lex III. “Si corpus perfectè elasticum in planum, aut perfectè elasticum, aut perfectè durum perpendiculariter incurrat, per eamdem directionem ad locum, unde discessit, restituitur.” Hoc theorema ex natura elaterii, et motus perpendicularis demonstratur. Ea siquidem est proprietas corporis elastici, ut reactione, quæ compressioni sit æqualis, ad pristinum statum redeat; compressio autem fit tota quantitate motus perpendicularis per AE (fig. 3) designatam: ergo pari vi eodem, unde discessit, restitui debet: neque enim ulla adest causa motum extinguens, ut in lege 1 in casu simili dictum est de corpore duro.

124 Lex IV. "Corpus perfectè elasticum in præcedente lege consideratum, ictu obliquo AB (fig. 3) in planum incidens, per directionem ejusdem obliquitatis ex altera parte BC ad eamdem altitudinem evehitur in C, angulum reflexionis angulo incidentiæ parem describens." Demonstratio hujus propositionis præcedentibus innititur. Equidem obliquus ictus AB duabus directionibus AE, AD in planum incurrit: si sola directione perpendiculari impingeret, per eamdem ad pristinum locum, undè discessit, se restitueret; attamen per AD etiam actus, motum suum ad utramque componere debet tam in descensu per AB, quam in motu retrogrado lineam describens mediam inter latera parallelogrammi BDCF; quemadmodum diagonalem AB parallelogrammi ADBE descendens affectavit. Si enim corpus esset perfectè durum, per BF excurreret, extincto motu perpendiculari AE; atqui in corpore elastico hic motus non deperditur, sed in oppositam directionem mutatur; mobile itaque in B directione BD ac BF agitatum per diagonalem BC debet ascendere. Quod autem anguli ABE, CBF æquales sint, constat ex Geom. art. 355.

125 Lex. V. "Si corpus imperfectè elasticum perpendiculariter incidat in planum immobile, ut ex F in C (fig. 4); parte celeritatis amissa, juxta vires elaterii se restituet eadem directione ex C in *f*." Nam ex leg. 3 si perfectè elasticum ponatur, integris viribus ad eamdem altitudinem resiliret: ergo parte virium amissa, ob imperfectam elasticitatem spatium C*f* suis

viribus proportionale tantum recurret.

126 Lex VI. "Quod si idem corpus directione obliqua agatur per AC, vi quadam resiliret elaterio proportionali, angulum reflexionis minorem angulo incidentiæ efficiens, ut C*b*." Neque enim in corpore imperfectè elastico vis æqualis amissa in percussione acquiritur; quæ si restitueretur, ut in lege 4, per CB ascenderet; imminuta autem ob debilius elaterium utraque vi *f*C, CE, aliam C*b* directionem sequi debet, quæ nimirum per diagonalem C*b* parallelogrammi *f*CF*b* repræsentatur, ut ex præcedentibus articulis sponte fluit. Atque hic est casus, qui ferè in natura ubique observatur ob imperfectum elaterium omnium corporum; si lucem excipias, in qua constanter angulus incidentiæ reflexionis angulo ubique par observatur. Ceterum in aliis corporibus, experientia teste, theoria hactenus exposita constanter animadvertitur, ut obvium cuique erit, periculum facienti globo eburneo oblique in planum projecto: quod quidem non solum ab imperfecta eboris elasticitate, verum etiam à gravitate corporum deorsum omnia corpora versus terræ centrum propulsante, ab aeris resistentia, ac siqua sunt alia motus impedimenta proveniat, oportet.

127 Schol. Hic obiter, quid de elasticitatis origine sentiam, exponere satius judicavi. Neque enim longa est oratio, quæ prolixis doctrinis amplificari debeat. "*Latent* ista omnia crassis occultata, et circumfusa tenebris, ut nulla acies humani ingenii tanta sit, quæ pe-

netrare *in hæc arcana*, aut *intrare* possit. Corpora non novimus, qui sint situs partium, quam vim quæque pars habeat, ignoramus." (Tul. in Lucul. c. 39.) Quare meam ignorantiam professus, quid alii sentiant, breviter exponam. Peripatetici in peculiarem particularum texturam, figuram, quam non definiunt, verbo qualitatem occultam, refundunt; quod aliis verbis idem est ac dicere, corpora esse elastica, quia elastica sunt. Cartesius cum agmine suo in materiam subtilem elasticitatem refundit: in salicis ramo ex. gr. violenter inflexo ejus pori violenter distenduntur à parte convexa, à concava autem angustiores fiunt: subtilis igitur materia quantitate majore per apertiores poros irrumpens violenter concutit contractiores: ad hos autem cum pervenit prædicta materia per apertiores illos introlata; corpus violenter inflexum in pristinum statum restituit, dum resistentia major non opponitur. Hæc sane explicatio mechanica est, et prima specie nondum solvere videtur; quemadmodum minimi illi vortices à Pauliano excogitati: rem tamen supponunt, quam prius statuere opus est, nimirum materiam illam subtilem, vorticillos, motum illum in materia subtili, ac vorticibus assertum; quod nisi præstiterint, ædificium sine fundamentis erigitur sua mole ruiturum. Alii à particulis flexibilibus et duris; flexibilibus, ut queant recedere; duris, ut fractioni resistant, ac restituantur in pristinum statum: hoc tamen fere cum peripateticorum sententia convenit, plura dicens, nihil explicans. Elasti-

citatis causa, ut Para, esse videtur magna suorum elementorum adhæsio et quorumdam fluidorum interjectorum actio: quam adhæsionem à lege affinitatis desumit, seu peculiari attractione, ad quam ferè recurrunt Newtoniani, ut pleraque exponant phœnomena. Denique ab æthere alii, alii ab aere intra corpora latente elasticitatis originem derivant: sed hoc quæstionem quæstione solvere est: unde aeris, aut ætheris elasticitas proveniat. Alia infra dabimus, ubi de lege affinitatis sermo recurret.

CAPUT SEPTIMUM.

De collisione corporum, seu Dynamica.

128 Præcedenti capite collisionem corporum mobilis et immobilis consideravimus: nunc obstaculum mobile ponimus, in quod incurrit corpus motum; idque etiam figura sphærica donatum, quemadmodum incurrens hactenus posuimus, in quibus clarius omnia concipiuntur, quin tot exceptionibus ab irregularitate figuræ subjecta sint. Globos etiam ex perfectè molli aut perfectè elastica materia conflatos fingimus, quales in rebus fortasse nulli inveniuntur, eosque veluti si in vacuo moverentur, nulla resistentia aut affrictu mediorum interpositis concipimus, quod minimè unquam obtineri posse manifestum est. Verum hæc omnia ita juvat comminisci, ut theoria clarior ac simplicior evadat in casu abstracto; quum cetera pro rerum circumstantiis æstimari debeant, quæ

dum infinitè propemodum variant, inutilem reddunt tractationem. Nec juvat innumeros penè conflictuum casus examinare, quibus dilucidandis nonnulli auctores nimium prolixè insudarunt; experimento enim comperimus, mentem hujusmodi complicatione nimium onerari, ac dum facilè generalior theoria retineri posset; implicatis casibus omnia confunduntur, ac dilucidiora principia, ex quibus benè perceptis cetera possent minore negotio derivari, multiplicitate casuum penitus delentur, certè opprimuntur in mente. Quare tres casus tantum perpendemus, 1. corporis in aliud quiescens incurrentis; 2. ejusdem in aliud minore celeritate motum eadem directione offendentis: 3. duorum corporum oppositis directionibus invicem congredientium: qui congressus, seu virium pugna nomen *Dynamica* apud aliquos auctores huic tractationi conciliavit.

129 Theor. I. "Si corpus perfectè durum, aut perfecte molle in aliud ejusdem naturæ corpus quiescens, ac motui liberum incurrat; in ictu quantitas motus, quæ ante erat in percutiente, ita inter utrumque distribuetur, ut ambo juxta percutientis directionem pari velocitate incedant, ea motus quantitate, quæ sit uniuscujusque massæ proportionalis." *Dem.* Esto A percutiens, B percussum: quoniam ambo sunt impenetrabilia, in occursu alterum alteri erit impedimento ne in suo statu perseveret. Debet itaque in occursu status corporum immutari; sed præcise tantum, quantum requiritur, ne alterum alteri sit amplius impedimen-

to: inertia enim, qua unumquodque corpus in suo statu perseverat, non sinit status mutationem majorem esse illa, qua posita desinit unum corpus esse alteri impedimento. Jam vero evidens est, corpus B desinere esse impedimento corpori A, simul ac incipiat B moveri juxta directionem corporis A eadem velocitate, qua A illud insequitur. Post ictum itaque ambo corpora progredientur simul juncta, quasi unum essent corpus, juxta directionem, qua movebatur ante ictum corpus A. Quanam autem, inquies, motus quantitate? Haud dubium, inquam, quin illa ipsa motus quantitate, qua ferebatur ante ictum corpus A: neque enim est unde ullus novus motus accedere possit corporibus, quum hic solam in ipsis impenetrabilitatem et inertiam consideremus; neque ulla pars motus in eis interire potest, quoniam quidquid motus interit in A, B communicatur (99). Restat igitur, ut quantitas motus corporis A ita in congressu inter utrumque corpus distribuatur, ut ambo pari velocitate juxta directionem corporis A post ictum ferantur. Posita autem eadem in utroque velocitate, eorum motus quantitates massæ proportionales sint, oportebit. Quare si per A et B intelligantur expressæ massæ corporum, et per C velocitas corporis A ante congressum, erit quidem A×C hujus quantitas motus (87): quæ quum post ictum perseverat inter ambo corpora distributa, sequitur ut $\frac{AC}{A+B}$ sit eorum communis velocitas. Hæc autem ducta in massam unius-

cujusque, dabit quantitatem motus cujusque propriam post ictum. Ex quod id etiam eruitur, quod si corpus B non liberum, sed omnino impeditum, ac immobile fingatur, perindè erit, ac si ejus massa infinita ponatur, et redibit casus art. 121. At si B sit quantitas infinita, velocitas post ictum $\frac{AC}{A+B}$ fit nulla ob numeratorem finitum et denominatorem infinitum: ergo corpus A in ictu sistitur, contra ac Monteiro placet.

130 Theor. II. "Si corpus perfectè durum, aut perfectè molle aliud ejusdem naturæ corpus in eadem directione, sed minore velocitate percitum assequatur; in ictu quantitas motus, quæ antea in utroque corpore residebat, ita inter ipsa distribuitur, ut ambo eadem directione procedant pari velocitate, ac proindè unumquodque ea motus quantitate, quæ sit suæ massæ proportionalis." Hujus theorematis eadem est ac præcedentis demonstratio. Hinc si per A et B denotentur massæ, per C velocitas primi, per V velocitas alterius corporis, erit quidem ante ictum A C motus quantitas primi, B V motus quantitas alterius. Quare quum in ictu quidquid motus amittit A, idem acquirat B, erit post ictum in utroque corpore, quasi in corpore uno, motus quantitas AC+BV, quæ si per massam amborum simul corporum dividatur, communis eorum post ictum velocitas erit $\frac{AC+BV}{A+B}$. Ex quo facilè eruitur motus quantitas cujusque corporis propria

131 Theor. III. "Duo corpora perfectè dura, aut perfectè mollia directionibus ex diametro oppositis congredientia, si massas et velocitates æquales habuerint, aut massas et velocitates reciprocè proportionales, in ictu consistent. Quod si massæ ac velocitates inæquales sint, differentia inter eorum motus quantitates post ictum ita inter utrumque distribuetur, ut ambo juxta directionem ejus, cujus major erat motus quantitas, pari velocitate incedant: quantitas autem motus cujusque propria erit suæ massæ proportionalis." Prima theorematis pars ex eo perspicua fit, quod nequeant esse massæ et velocitates æquales, aut reciprocè proportionales, quin motus quantitates sint etiam æquales (87): atque adeo, quum sint etiam ex diametro oppositæ, se mutuò destruere debent. Pars altera sic ostenditur. Si massæ non fuerint æquales aut velocitatibus reciprocè proportionales, erit motus quantitas in uno corpore major quam in altero: illa quæ major est, veluti duabus constans partibus concipi potest, quarum una æqualis sit quantitati motus, quæ est in altero corpore, et quæ in conflictu per primam hujus theor. partem debet extingui, extincto pariter omni motu in altero corpore confligente. Quare sola relinquitur pars altera motus, nempe differentia inter motus quantitates, quæ ante ictum obtinebant. Jam itaque incidimus in casum theor. 1, in quo motus quantitas ita debet in conflictu inter utrumque distribui, ut ambo incedant directione præpollentis, quæ est tertia hujus theor. pars.

132 Corol. Si ergo exprimant A et B massas, C et V respondentes ante ictum velocitates; erunt AC, BV respondentes ante ictum motus quantitates. Ponamus AC majorem esse, quam BV: erit AC—BV motus quantitas residua post conflictum. Ergo $\frac{AC-BV}{A+B}$ communis est post ictum velocitas. Hæc ducta in massam cujusque corporis, exhibebit motus quantitatem cuilibet respondentem. Ex quo etiam deducere licet, quod si fuerit A : B :: V : C, erit AC=BV, ideòque AC—BV=0: nempe nulla erit velocitas corporum post ictum, si massæ fuerint velocitatibus reciprocè proportionales, ut in prima theor. parte enuntiatum est.

133 Schol. 1. Ex hactenus dictis liquet, quomodo, dato corporum statu ante conflictum, eruatur status eorum post ictum. Quod si motus quantitas cujusque corporis post ictum cum ea conferatur, quam habebat idem corpus ante conflictum, facilè eruetur quantitas motus amissa, vel acquisita post ictum. Summa omnium motuum sive amissorum, sive acquisitorum in collisione, solet ab auctoribus *vis ictus* appellari: quæ quidem dimidia ad unum corpus pertinet, dimidia ad alterum. Quantum enim motus unum corpus acquirit in ictu, tantundem alterum amittit; idque non in casu solum primi et secundi theor. verum etiam in casu tertii: nam corpus, quod ante collisionem minore motus quantitate ciebatur, censendum est in percussione acquisivisse, non solum eum motum, quo movetur post ictum, sed juxta

directionem hujus ejusdem motus illum etiam, quo ferebatur ante ictum, quique ab ictu destructus est.

134 Schol. 2. Corpora perfectè mollia dum motum inter se communicant in collisione, se mutuo etiam comprimunt. Est autem compressio tanta, quanta *vis ictus*: nam eatenus comprimuntur corpora, quatenus colliduntur: collisio verò tanta est, quanta *vis ictus*. Neque enim ad collisionem potest ullo modo pertinere vis illa, qua corpora post ictum moventur; quandoquidem vis hæc parem in utrumque corpus velocitatem inducit; neque collisio ulla concipi potest inter duo corpora, quæ pari velocitate ferantur.

135 Theor. IV. "Ad perfecti elasticorum corporum directionem et velocitatem post collissionem inveniendam, opus est cum illa communi velocitate, quam post ictum haberent, si perfectè dura, aut perfectè mollia essent, componere in unoquoque corpore velocitatem respondente dimidiæ vi ictus, et agentem corpus in plagam ab altero corpore aversam." Corpora enim perfectè elastica æque ac perfectè mollia obnoxia sunt compressioni. Itaque in collisione perinde se habent, ac corpora perfectè mollia; atque in omnibus cum ipsis convenirent, nisi peracta compressione, et absumpta tota *vis ictus* præsto esset elasticitas, qua ad pristinam figuram restituuntur vi tanta, quanta compressa fuerant; atque adeo vi tanta, quanta fuit *vis ictus*: ponimus enim elasticitatem esse perfectam. Jam verò evidens est,

non posse corpora ad pristinam redire figuram, postquam comprimuntur, nisi se mutuo in contrarias partes disjiciant. Quare ut eorum status post conflictum dignoscatur, opus est in unoquoque corpore illam velocitatem componere, quæ in ipsum inducit dimidia *vis ictus*, qua ab altero corpore in adversam plagam projicitur, cum illa communi velocitate, qua se movissent post ictum, si perfecte mollia fuissent (129 et seq.).

136 Corol. 1. Hinc si per A et B massæ corporum congredientium exprimantur; per M dimidia *vis ictus* (133), per K communis velocitas, qua se movissent ambo corpora post ictum, si perfectè dura aut perfectè mollia fuissent: erit $\frac{M}{A}$ velocitas, quam corpus A recipit à corpore B tempore suæ ad pristinam figuram restitutionis post conflictum; et $\frac{M}{B}$ velocitas quam B ab A eodem tempore acquirit. Quare si corpus A ponatur majore motus quantitate percitum ante ictum quam B, erit post ictum $K - \frac{M}{A}$ velocitas A, et $K + \frac{M}{B}$ velocitas corporis B. Hinc corpus A, quod ante ictum majore motus quantitate ciebatur, post ictum pergere debet juxta pristinam directionem, si fuerit $K > \frac{M}{A}$; sisti verò in ictu, si fuerit $K = \frac{M}{A}$; denique regredi, si fuerit K

$> \frac{M}{A}$ Quod ad corpus B attinet, sive ante ictum quiesceret, sive eadem atque corpus A directione moveretur, semper pergere debet post ictum juxta directionem, secundum quam movebatur corpus A: at regredi semper, si ante ictum in contrariam ageretur plagam. Tunc enim tam velocitas illa communis K post conflictum, quam velocitas $\frac{M}{B}$, quam recipit à corpore A, est in partem contrariam illi, versus quam ante ictum agebatur.

137 Corol. 2. Velocitas illa communis, quam modò per K expressimus, est $= \frac{AC + BV}{A + B}$ ut patet ex årt. 132; qua quidem in formula fit $V = 0$, si corpus B ante ictum quieverit, quoniam nullam habet velocitatem corpus quiescens; termino autem BV adhibendum est signum positivum $+$ aut negativum $-$, prout corpora ante ictum in eadem, aut in contraria directione movebantur. Jam verò si corporum massæ fuerint æquales, claritatis gratia in formula pro B substituetur A, aut vicissim, fietque $K = \frac{A \pm CAV}{A + C} = \frac{C \pm V}{2}$. Ducta igitur hac velocitate in massam A, erit quantitas motus corporis A propria post ictum $= \frac{AC \pm AV}{2}$, si corpora perfectè dura, aut perfectè mollia fuerint. Sed ante ictum hujusmodi quantitas mo-

tus erat AC (129): ergo corpus A in ictu amisit motus quantitatem $AC - \frac{AC \mp AV}{2} = \frac{AC \mp AV}{2}$; quæ est dimidia *vis ictus*, quam expressam intelligimus per M. Translata igitur hac formula ad corpora elastica, erit per præc. corol. velocitas, qua post ictum movetur corpus $A = K - \frac{M}{A}$ $= \frac{C \pm V}{2} - \frac{AC \pm AV}{2A} = \frac{C \mp V}{2} - \frac{C \mp V}{2} \pm = \pm V$, quæ erat velocitas corporis B ante conflictum. Velocitas autem, qua post percussionem movetur corpus B, erit per idem corol. $= K + \frac{M}{B} = \frac{C + V}{2}$ $+ \frac{AC \mp AV}{2B}$; id est $= \frac{C \pm V}{2} + \frac{AC \mp AV}{2A}$ (ponimus enim $B = A$), seu $\frac{C \pm V + C \mp V}{2} = C$, quæ erat velocitas corporis A ante collisionem. Quare in corporibus perfectè elasticis, quotiescumque massæ fuerint æquales, post ictum corpora feruntur velocitatibus permutatis. In casu autem, quo hujusmodi corpora sibi mutuò occurrant directionibus contrariis, si quantitates motus habuerint æquales, eo quod eorum massæ et velocitates æquales sint, aut massæ velocitatibus reciprocè proportionales, post ictum unumquodque regredietur eadem velocitate, qua ante ictum movebatur. Tota enim in conflictu

extinguitur motus quantitas, qua congrediuntur per theor. 3; undè *vis ictus* æqualis est quantitati motus ante ictum; ideòque sì elastica non forent, in collisione sisterentur. A perfecta tamen elasticitate fit, ut corpora in ictu compressa, tanta vi restituantur, quanta fuit *vis ictus*: ergo corpora perfectè elastica in sua restitutione propelluntur in contrarias plagas tanta vi, quanta ante ictum se mutuò petebant. Itaque unumquodque regredietur eadem motus quantitate instructum; qua ante ictum agebatur; ergo et eadem velocitate.

138 Schol. Quod si omissis formülis traditam doctrinam velis singulari casui applicare, esto exemplum: globus elasticus A impingat in B. quiescentem æqualis massæ, puta 2, celeritate $= 8$. Si ejusmodi globi materia non elastica constarent, post conflictionem velocitate $= 4$ moverentur per theor. 1.; amisisset itaque A dimidium suæ celeritatis $= 4$; globus autem B velocitatem $= 4$ obtinuisset. Jam ob theor. 4 motus utrique duplicetur, percusso in sensu positivo $4 + 4 = 8$: percutienti in sensu negativo $4 - 4 = 0$. Corpus igitur A quiescet, B autem 8 celeritatis gradibus progredietur. Quod si è regione contraria prædicti globi sibi occurrant æquali velocitate; si essent moles, uterque cessaret in conflictu per theor. 3; verum ab elasticitate æqualem amissæ celeritatem acquirunt directione opposita; ergo uterque recedet 8 celeritatis gradibus. Varientur massæ et celeritates, ac sit corpus $A = 3$, quod celeritate $= 8$ feratur in $B = 1$, quod velocitate $=$

12 cum ipso congreditur: si elasticitate carerent, post conflictum quantitas motus esset excessus majoris motus supra minorem. Motus autem est factum massa in celeritatem; globus igitur A motum habet = 24, B autem = 12; adeòque excessus = 12. Dividatur hic per summam massarum = 4; quotus dabit velocitatem 3 communem utrique juxta directionem corporis A, qua ambo moverentur post conflictum. Quod si elastica ponantur, ob elasticitatem totidem gradus acquirunt, quot amiserunt: ita tamen ut B celeritatem, qua primum ferebatur, in contrariam mutet ex theor. 4; movebatur autem celeritate = 12; additis igitur aliis 6 gradibus, movebitur celeritate = 18: A verò celeritate 10 — 8 = 2.

139 Schol. Ex permutatione celeritatum in corporibus elasticis æquales massas habentibus, provenit phænomenon plurium globorum ejusdem diametri ac materiæ in eadem directione positorum, aut etiam filo suspensorum; quorum si primus impingat in reliquos, ultimus tantum resilit; si duo primi, duo ultimi moventur etc. Idem enim est, ac si nullis intermediis primus in ultimum quiescentem impingeret; quum interjacentium globorum motus ab elasticitate utrinque reagente extinguatur; quod in extremo non evenit, qui à nullo in sensum contrarium impellitur. Motus ergo per intermedios sine mutatione loci eorumdem propagatus in ultimum perveniens, effectum edit, quem percussio immediata peperisset. Quod si duo sint globi demissi, dum secundus qui pri-

mus incurrit in quiescentes, ac motum per interjacentes propagat in ultimum; ipse à primo novum ictum accipit, quem velut si semper immotus fuisset, in reliquos promovet, usque ad penultimum, qui ab ultimo jam in motu posito non retinetur; perget igitur eadem directione post ipsum, perinde ac si ultimo loco fuisset. Idem pariter diceretur, si series plurium esset globorum, ac percussio tribus, quatuor etc. exerceretur, tot numero resilirent ex ultimis, quot ex primis demitterentur.

140 Ne penitus intactam percussionis obliquæ tractationem relinquamus, è singulari casu theoriam quamdam generalem ostendam cuilibet directioni applicabilem. Sunto duo globi æquales (fig. 5) A et B, ex quibus A in B immotum incurrat directione *a*A, quorum centra in percussione jaceant in recta CD, ad quam demittatur perpendicularis *a*F. Vis sive directio obliqua, ut sæpiùs diximus, in duas resolvi potest *a*F, FA; ex quibus *a*F nihil in conflictum influit, quippe quæ parallela est plano corpora tangenti in loco, in quo se ipsa mutuò contingunt. Conflictus igitur vi FA, quæ directum ictum imprimit, efficitur. Corpus itaque B eadem directione BD agetur, non secus ac si globus A vi FA æquali in illud impegisset. Quod ad corpus A spectat, reliquum viæ conficiet residua parte motus, qui ex vi *a*F, quæ in conflictu nullo modo influit, et vi qua cum B reliquum viæ confecisset, si ipsum directè vi FA percussisset, componitur.

Fingamus utrumque globum esse perfectè elasticum : ex theor. 4 globus A post conflictionem celeritatem FA respondentem amittet illam B communicando, quare ei tantum remanet vis *a*F, quæ illæsa manet in conflictu: B igitur spatium BN=FA; A verò spatium AK=*a*F conficient. Practicè hanc legem sequuntur lusores trudiculorum, ut ictus obliquos dirigant. Fac in K alium globum existere, quem post emissum B directionem BD globo *a* attingere velis : in eadem BD, sume partem *x*A æqualem semidiametro globi *a*, deinde illum directione *a*A in alterum impelle; ex dictis globum B per foramen N in abaco trudiculari expellet, globumque deinde in K existentem continget.

DISSERTATIO III.

DE VIRIBUS CORPORUM.

Ineptum fortasse videbitur post declaratam omnimodam corporum inertiam, de eorumdem viribus sermonem instituere. Quid enim? Vires habent corpora? inertia itaque non sunt. Vires siquidem sine activitate concipi non possunt: quemadmodum nec inertia cum actione conjungi, quæ ab intrinseca proveniat aptitudine se movendi. Hoc viderint alii, siqui sunt, qui hujusmodi vires ab intima materiæ natura provenire decernant. Ad nos quod attinet, vires quas philosophi corporibus accensuerunt, aut ex inertiæ indole deducimus, aut ad legem à naturæ Auctore dictatam, ac materiæ prorsus extraneam referimus, ut in decursu hujus disquisitionis planum fiet: in qua vim inertiæ, resistentiam, gravitatem, attractionem, repulsionem examinare intendimus, in nullius magistri verba jurantes.

CAPUT PRIMUM.

DE VI INERTIÆ.

141 Mirum est, ferè omnes physicos agentes de vi inertiæ in diversas abire sententias, ita ut vix duos plenè consentientes invenias in explicanda tum notione, quum etiam

causa hujusce vis. Inertiam quis cum vi inertiæ confundit: vires quasdam corporibus ingenitas esse ad suum statum conservandum vel motus vel quietis alter asserit: tertius hujusmodi vim ab impulsu in corporibus motis non differre cum Newtono contendit: reactionem alii corporibus tribuunt, qua suum statum tueantur contra invadentes: alii alia, quæ ferè in prædictos explicandi modos parcè detorta abire videntur.

142 *Observatio.* Duo globi ejusdem materiæ ac magnitudinis in plano minimè resistente, puta tabula ludi trudiculorum constituantur. Ac primò manu aut hastili ad ludendum destinato, globum impelle: senties aliquam in motu imprimendo difficultatem; quæ quidem eo major erit, quo majorem motum seu velocitatem ictu imprimere tentaveris. Tum in alterum quiescentem alterum trude; post ictum uterque movebitur, sed movens, qui antea 4 ex. gr. velocitatis gradibus ferebatur, postea nonnisi duobus incedet, æquo gradu ac alter ad motum concitatus. Tertiò si ipsos jam in motu positos ad majorem velocitatem concitare velis, difficultatem pariter invenies, quæ eo major erit, quo motum majorem inducere velis. Deinde jam in motu positos sistere tenta: invenies pariter nisum quemdam ad ultrà progrediendum, tanto fortiorem, quanto impulsus vehementior fuerit. Demum si globulum aliquem quater minorem duobus, tribusve velocitatis gradibus in alterutrum ex majoribus jacias, ne movebitur quidem: quod si im-

pulsum augeas, ita ut majoris globi resistentiam æquet, aut superet impulsus minoris; motum obtinebis eo velociorem, quo impulsus adjectus globulo major sit. Ex his observationibus sequentes assertiones, seu corollaria oriuntur.

143 Propos. 1. "Existit vis inertiæ eo sensu accepta, ut corpus quodcumque, sive movendum sit, sive jam in motu positum, difficultatem pariat in movente ad ipsius inertiam superandam." Hæc assertio nulla alia demonstratione indiget, quam observationibus art. præced. præjactis; quæ quidem adeò omnibus obviæ sunt, ut nullus etiam rusticus, nedum Physicus indubium vocare queat. Ex quo id sequitur luculentissimè, inertiam materiæ distinctam esse à vi inertiæ: illa enim est proprietas essentialis, quæ ubique materiam comitatur, atque illius indifferentiam ad motum vel quietem indicat, quatenus ex se incapax est se movendi, aut motum sistendi semel acquisitum: vis autem inertiæ tantum exeritur, quum corpus est ad motum concitandum, aut à motu ad quietem transferendum; unde phænomenon dici meretur.

144 Propos. 2. "Vis inertiæ est quantitati materiæ seu massæ proportionalis." Demonstratio etiam hujus asserti ex observationibus præcedentibus est manifesta; nam corpus movendum, aut in motu positum, eo magis aut minus resistit, quo major aut minor fuerit ipsius massa; ut constanter experimur in quolibet corpore movendo, aut elevando, cujus resistentia à volumine non petitur, sed à quantitate materiæ seu

massæ. Hinc si æqualis ponderis sint duo globi, æqualis resistentia vincenda est ad ipsos elevandos, aut movendos: si alter alterius quadruplus, quadrupla etiam resistentia aut difficultas est, si cum altera comparetur. Unde existente inæquali massa, vi inertiæ proportionalis est singulorum massæ; ac singulis etiam materiæ punctis communis.

145 Propos. 3. "Æqualitate massæ in duobus corporibus interveniente, vis inertiæ erit proportionalis ictui, seu vi moventi." Nam ut suprà observatum est, globulis, aut ictibus æqualibus motus æquales respondent: ac proinde resistentia seu vis æqualis utrobique invenitur. Quod si alter ad motum duplo aut triplo majorem concitandus sit, vis dupla aut tripla adhibenda erit, ut obtineatur effectus: quod quidem signum perspicuum est respondentem vim superandam esse, adeoque in figurato casu vim inertiæ ictui seu vi imprimendæ proportionalem fore.

146 Corol. Hujusmodi vis à gravitate non provenit: tum enim in corpore descendente nulla resistentia inveniretur, dum major velocitas imprimenda sit, quod experientiæ contrarium est; ac probè sentiunt pila ludentes in motu, quem contra solum palma manus imprimunt pilæ, ut retroacta è solo sursum ascendat. Neque etiam ab impenetrabilitate, cujus notio tantum indicat resistentiam corpori advenienti, ne locum invadat, quem aliud corpus occupat, quin ullam ad massam, aut ictum proportionem præseferat.

147 Schol. 1. Siquid in hoc phænomeno explicando de meo promendum sit, ego quidem sic rem concipio. Inertia seu ineptitudo ad motum vel concipiendum, vel extinguendum semel excitatum in semet, omnibus corporibus proprietas (65 et seq.) communis est, quæ quidem non solum massam integram afficit, sed singulis quibusque materiæ punctis æquè convenit; quum massæ proportionalis sit resistentia superanda ad motum in corpore excitandum (144). Hinc ut corpus, aut vis imprimens, aut comprimens motum, agat in alterum, requiritur, ut singulis materiæ punctis motum imprimat, aut extinguat, in corpore jam moto. Resistentia igitur, vis inertiæ, reactio, aut alia siqua sunt, quæ diversis nominibus donentur, nihil aliud præseferunt, quam hujusmodi motus communicationem singulis materiæ elementis imprimendam; quam juxta leges naturæ scimus stabilitam, ut corpus aliud movens, de suo motu eam quantitatem deperdat, quam alteri communicat; aut in eo extinguit, si de motu ad quietem traducendum sit. Hæ sunt vires illæ mortuæ, ac vivæ, quæ tot turbas inter mechanicos theoricos à Leibnitio ad nostra tempora excitarunt. Nimirum vires mortuæ sunt, dum corpus quiescit, aut nondum ad motum concitatum est, quia movens nondum in singula quantitatis puncta motum impressit; quo semel recepto, corpus moveri incipit; ac vires vivæ incipiunt ab eo momento, quo jam motus in corpore concipitur,

seu ejus resistentia est superata.

Scio, vel minimam vim in corpus agentem, aliquam ipsi pro ratione intensitatis motus quantitatem imprimere quæ per omnem massam diffundatur, singulaque materiæ puncta afficiat. Hæc autem motio minimè in Physica attenditur, quum infinitesima sit, ac nullam sensibilem in corpore movendo mutationem inducat, quæ supputationi subjici queat. Ad eam itaque vim tantum attendimus, quæ effectum pariat sensibilem, corpus de loco ad locum transferendo: atque ab eo instanti, quo hujusmodi motus sensibilis est, vires vivæ incipiunt computari. Ubi etiam obiter notandum, effectum semper obtineri, ac proindè vires vivas dici debere certè posse, etiam dum resistendo corpori agenti insumuntur: semper enim effectus obtinetur vi agenti proportionalis, etiamsi infinitesimus dicendus sit.

148 Schol. 2. Hactenus de corpore moto, ac vi inertiæ in suo abstracto conceptu loquuti sumus: verumtamen plura consideranda sunt, quæ insuper resistentiam pariunt, atque adeò vim inertiæ quodammodo augent: quæ quidem nihil aliud sunt, quam aliorum corporum inertia, seu resistentia opposita vi moventi. Nam materiæ gravitas, plani asperitas, aeris resistentia, partium connexio, figura corporis, motus denique siquis adsit in contrariam partem; tot sunt conspirantes vires, ut motus difficilius communicetur, quam si materia in pleno vacuo, in nullum centrum gravitans, nec plano ulli insistens movenda foret.

149 Oppones 1. Ejusmodi vis inertiæ satis explicatur per resistentiam aliorum corporum ambientium, puta aeris, aut alterius fluidi; ergo non est recurrendum ad aliam vim extraneam in corpore residentem. R. *neg. ant.* Nam si ejusmodi resistentia in aere invenitur, à quonam provenit? ab alio ambiente, an ab ipsa ineptitudine ejusdem ad motum? Sanè ne abeamus in infinitum, cuilibet corpori concedenda est vis inertiæ massæ proportionalis, qua statum, in quo est, deturbare volenti resistat.

150 Oppon. 2. Gravitas corporis est massæ proportionalis: ergo eadem est ac vis inertiæ, quum eodem modo agat. R. *conc. ant. neg. cons.* Nec ex eo, quod eodem modo utraque agat, rectè deducitur, eamdem esse materiæ proprietatem: ad hoc enim opus esset, ut ubicumque altera agit, altera etiam eodem modo operaretur; quod perspicuè falsum esse ostendit exemplum supra allatum corporis in terram cadentis, cujus resistentiam experimur, si majorem impulsum quam à gravitate habeat, ipsi indere tentemus.

151 Oppon. 3. Membra corporis nulla resistentia moventur: ergo vis inertiæ non omnia corpora afficit. R. *neg. ant.* cujus falsitas manifesta est in diuturno motu, etiam dum nulla resistentia aliorum corporum est superanda: ut siquis in brachiis movendis per aliquod tempus se exerceat, lassitudinem quamdam sentit ac vires deperditas: quod quidem ostendit, membra motui imprimendo resistere; quamvis ob mechanismum mirabilem nostri corporis et con-

suetudinem hujusce motus, minimè sensibilis sit talis resistentia.

152 Oppon. 4. Si corpora vi inertiæ gaudent, nulla ostendi potest causa motus continuati; at nihil potest fieri sine ratione sufficiente; ergo exulare debet à corpore vis, quæ motus continuationi opponitur. R. *neg. maj.* Motus continuati causam jam exposuimus, ubi de causis occasionalibus in Metaphysica sermo fuit. Ex dictis etiam supra art. 147 eruitur, corpus semel ac omnibus suis elementis motus communicationem accepit ea quantitate, quæ sensibilem translationem suarum partium de loco ad locum pariat, in motu esse debere, donec ab aliqua causa hujusmodi motus extinguatur. Extinguetur autem ab aliorum corporum vi inertiæ quandocumque juxta prædictas regulas totus transeat in occurrentia corpora. Hoc autem è legibus sapientissimè à Conditore supremo statutis provenire in metaphysica statuimus.

153 Schol. Ut omnis ambiguitas tollatur, quæ à nomine *vis* oriri potest; notandum triplici sensu usurpari posse hujusmodi vocabulum in præsenti disquisitione. 1. Si corpori inanimato aliquam sensationem affingamus; quod absurdum in Metaphysica canorum esse jam vidimus. 2. Si qualitatem quandam occultam veluti magnetica effluvia, emissa concipiamus, quibus corpora alia agentia veluti tormento exploso retineant, ne se ad motum concitent; quæ quidem cogitata jam penitus exoleverunt; quoniam percommoda sunt ad difficultates omnes superandas, ac explicandas, quin nihil enode-

tur. 3. Si vis nomine effectum productum intelligamus, quin causam assignemus, quam aut ignorare fateri debemus, aut inter leges naturæ computamus, donec media alia causa affulgeat, ad quam talis effectus referri queat.

CAPUT SECUNDUM.

De actione et reactione.

154 Præcedente articulo prolusimus, ut ea quæ de actione et reactione, prout ad rem præsentem attinet, nunc dicturi sumus, melius intelligantur. *Actionem* aliqui definiunt, *vim, qua corpus in aliud incurrit*, ut ipsum ad motum concitet. Nobis autem actionis nomine nihil aliud venit, quam effectus ipse, seu quantitas motus, prout ad præsentiam alterius corporis producitur. Similiter *reactionis* vocabulo illam intelligi volumus motus quantitatem in corpore movente deperditam, quæ motui communicato semper respondet. Quæ quidem omnia computari debent non solum relatè ad effectus conspicuos, sed etiam ad resistentias, aliaque motus impedimenta, in quibus superandis pars motus insumitur.

155 Assertio. "Actionem semper contrariam et æqualem esse reactioni, sive resistentiæ, ut Newtoniani statuunt, in sensu tantum modo exposito admittimus." Nimirum in motus communicatione seu productione tantum de motu suo amittit movens, quantum acquirit corpus motum. Quod si generaliter loquendum sit, ac

in sensu, quo aliqui proferre videntur, ut scilicet tantum agens in patiens, quantum hoc in alterum agat, accipiendum foret, axioma falsum judicamus. Nam hoc posito, in æquilibrio permanerent corpora, nullusque effectus sequeretur, quod sic ostendo. Idcirco in bilance ponderibus æqualibus, æquilibrium obtinetur, quia quod ab altero in sublevando impenditur, ab altero in deprimendo eliditur, et contra, nimirum quia actio reactioni æqualis est: ergo ubicumque idem obtineatur, potentiæ in equilibrio erunt, nullusque effectus subsequetur. Hoc mihi adeo perspicuum est, ut Newtonum, Wolfium, ac Newtonianus, qui legem hanc universim in natura valere contendunt, ratione quidem consentire, oratione tantum pugnare existimem cum reliquis physicis.

156 Quod ut manifestius eluceat, exempla, quæ contra adducuntur, perpendamus. In vase aqua plenò magnetis hinc, illinc ferri frustulum rotulis subæreis collocentur. Ac primò quidem si sibimet permittantur, navigare incipient, ac invicem accedere, donec conjungantur; et si ejusdem massæ sint, tantumdem ab utroque conficietur viæ: quod si massæ inæquales fuerint, spatia decursa erunt in ratione inversa massarum, ita ut minor massa majorem, major minorem tramitem percurrat in spatio. Deinde si manu alterutrum teneas, quod liberum ad motum remaneat, ad alterum accedet: in manu tamen nisum quemdam ad effugiendum experieris in frustulo retento. Hæc ita se habere nullus contradico: causam tamen phæno-

meno assignandam alibi, ubi de magnete tractabimus, aperiemus; neque ex hoc phænomeno aliquid contra id quod antea possuimus, erui posse perspicuum est. Quis enim unquam negabit, invicem agere magnetem ac ferrum? Imo duas actiones conspirantes videre licet, in quibus nulla reactio animadvertitur, nisi si alterutrum ab accessu prohibeatur, quo casu in obstaculum aget, ut accedat; minore quidem actione quam resistentia sit, dum illam non superat, majore, quum eamdem expugnat.

157 At insistunt. In equo lapidem trahente, in remigatoribus cymbam remis impellentibus, in navi velificante tantum ab ipsis trahuntur onera, quantum in contrariam partem retrahuntur. Si ita est, inquam, motus nullus sequetur. Fac, Herculem cum Acheloo colluctari: certè numquam Alcides vicisset, si Achelous

Haud secus ac moles, quam magno murmure fluctus
Oppugnat; manet illa, suoque est pondere tuta,

in æquilibrio cum rivali semper constitisset. Ut enim ipse Achelous describit apud Ovidium, Metam. lib. 9, fab. 1.

Digredimur paulum, rursumque ad bella coimus,
Inque gradu stetimus certi non cedere, eratque
Cum pede pes junctus, totoque ego pectore pronus
Et digitos digitis, et frontem fronte premebam.

Ter sine profectu voluit nitentia contra
Rejicere Alcides à se mea pectora,

actio et reactio utrinque æqualis fuit, ac proinde in æquilibrio manentibus utriusque herois viribus, Achelous superari non poterat, donec

. . . . tum denique tellus
Pressa genu nostro est, et arenas ore momordi.

Sic, inquam, in exemplis adductis eveniret, nullus motus sequeretur in equo, in cymba, in navi, si utrinque actio reactioni, aut resistentiæ æqualis foret. Non ita est, inquit Wolfius: equus actionem æqualem resistentiæ impendit in ea superanda; reliquum, dum progreditur fune ad lapidem alligatus, in se movendo impendit, lapidemque trahit, quia sine eo incedere non potest. Alio confugit Jacquierius: confundi non debent, ait, vis et actionis nomina: vis corporum non est actio ipsa, idque allato exemplo manifestum fit. Dum equus lapidem trahit, totam vim suam non impendit ad superandam lapidis resistentiam, sed aliquam dumtaxat vis suæ partem, quæ actio dicitur. Itaque per reactionem lapidis eam vis suæ partem equus amittit, quæ necessaria est ad vincendam lapidis resistentiam; vi autem reliqua equus lapidem trahit. Laboramus, inquam, ambiguitate verborum: actio solum vocatur ea pars virium, quæ in superanda resistentia insumitur: reliquum, quod in trahendo lapide impenditur, non jam *actio*, sed *vis* audit. Jungamus igitur dexteras, ac parum de nominibus solliciti, hoc

firmum ratumque habeamus omnes, actionem tum solum æquari reactioni, dum in vincenda resistentia insumitur; ceterum plus aliquid ab agente exeri debere, ut motus sequatur post superatam resistentiam. Hoc ni fallor perspicuè è doctrina Jacquierii deducitur; estque illa vis progressiva Wolfii, qua equus incedit post superatam lapidis resistentiam.

158 Quæ quum ita sint, id mihi in mentem venit, sic commodè explicari posse hoc, quod reactionis seu resistentiæ nomine insignitur, ut antea art. 147 insinuavi. Nimirum omnia corpora ex se inertia sunt, nec ad motum concitari valent, nisi ab alio externo agente ad id determinentur. Quod quidem ut præstent, per omnia elementa eorumdem motus seu vis imprimatur, necesse est, quæ ad translationem è loco determinent, centrum gravitatis è loco suo depellendo. Dum hoc non obtinetur, motus quidam insensibilis inducitur per omnem massam diffusus, impar tamen ad effectum sensibilem producendum. Motu verò in partibus aucto eo usque ut jam jam centrum gravitatis penè deturbandum sit, vel tenuissimo gradu motu increscente, in æquilibrio corpus movendum cum agente seu movente concipitur; hactenusque resistentia seu reactio æqualis intelligitur, momentis utrobique paribus eo sensu, ut nullum adhuc sensibilem effectum pariat vis in corpus agens, quæ illud sensibiliter moveat. Quod si jam uno gradû vis crescat, seu massæ distribuatur, centrum gravitatis deturbans, en jam corpus in motu positum.

159 Sebastianus Canterzanus, vir in re physica peritissimus, existimat, *reactionem* nihil aliud esse in corporibus inertibus, quam illud medium, quo actio causæ transit, et quasi transfunditur in *terminum*, cui causa applicatur ad producendum effectum: qui quidem effectus erit *pressio*, aut *motus*, prout terminus ad motum impeditus, aut liber fuerit. Hinc ait, evidenter deduci, *actionem* et *reactionem* ipsi respondentem, æquales semper, et contrarias fore, et in æquilibrio constitutas: quo non obstante, si *terminus* reagens ad motum liber fuerit, motus sequetur, qui sit causæ moventi proportionalis; quoniam per æquilibrium actio causæ non extinguitur, sed ad terminum transit, qui semper causæ obtemperat, aut *premendo*, si est ad motum impeditus, aut ad motum concitatus, si est liber. Quæ omnia, ni turpiter fallor, hactenus dicta luculenter confirmant: imò etiam suspicari licet, vim inertiæ, resistentiam, reactionem, ac siqua sunt alia, quæ physicis nominibus novis ornare placeat, in id demum recidere; motum inducendum per totam massam diffundi debere eo gradu, qui centrum gravitatis corporis movendi è loco deturbet, ut translatio de loco in locum obtineatur; itaque eo majore aut minore quantitate, quo incitatior aut remissior fuerit motus inducendus.

160 Et quidem si corpora inertia sunt, nullumque motum ex se generare possunt; hujusmodi reactiones, ac resistentias in ipsis concipere, idem ferè est ac inertiæ notionem

destruere: quam veluti characteristicam notam corpus ab spiritu segregantem, certè omni corpori convenientem intelligimus. Quis enim inertiam cum viribus componat? aut actionem cum omnimoda ineptitudine ad se movendum? Nam siqua est in materiæ punctis vis ad accedendum ad commune gravitatis centrum, id prorsus à materiæ notione extraneum est, nec veluti ipsius proprietas unquam est concipienda: sed est quædam mechanica vis ab alio corpore inducta, ut placet Cartesio, ac novissimè Antonio Ludennæ Cartesianorum partes agenti; aut lex imposita materiæ à Supremo Conditore ad fines sibi præstitutos in ordine physico, quo demum etiam Cartesius confugere debet, ut vorticosam illam materiam in motu constituat. Nec enim materia ex se motum, nedum motum vorticosum exigere valet, si verè iners est, ac prorsus indifferens ad motum vel quietem. Ex quo id perspicuè deducitur, quocumque se vertant physici, ut gravitatem seu attractionem explicent, ad hoc demum deveniendum esse, ut causam ultimam motus liberam Dei legem agnoscant, quin cantilena illa, *Philosophi non esse ad Deum recurrere*, ipsis suffragetur. Poterit, nec inficior, aliqua adhuc causa media intercedere, nobis ignota, quæ corpora propellat, atque ad invicem accedendum determinet: dum verò hæc latet tenebris involuta naturæ, illud fateamur oportet, corpora invicem gravitare, aut attrahi nulla vi ipsis insita, quæ ex metaphysica corporum proprietate dimanet: sed ab alia causa extra

corporum seriem existente, principium hujusce motus oriri debere. Verum de his mox adhuc erit disserendi locus.

CAPUT TERTIUM.

DE UNIVERSALI CORPORUM ATTRACTIONE.

§. I.

Exponitur attractionis natura.

161 Cogitanti mihi, diuque perpendenti, quid demum de attractione sentiendum esset, quæ magno æstu ab auctoribus Newtono coævis oppugnata, ac sannis, probris, necnon et calumniis impetita; nunc demum victrix in academiarum omnium gremio excepta, universale est principium, quo ferè omnia naturæ phænomena feliciter explicantur; post longas meditationes, ad vivum unguium arrosiones, auctorumque invicem collationem "institutum tenebimus, nullisque unius disciplinæ legibus adstricti, quibus in philosophia necessariò pareamus, quid sit in hac controversia maximè probabile, semper requiremus." Ac primo quidem Newtonum audiamus suam attractionem exponentem. "Vocem attractionis (*inquit citatus Auctor in Prin. Scol. propos.* 69) hic generaliter usurpo pro corporum conatu accedendi ad invicem; sive conatus iste fiat ab actione corporum vel se mutuo petentium, vel per spiritus emissos se mutuò agitantium; sive is

ab actione ætheris, aut aeris mediique cujuscumque, sive corporei, sive incorporei oriatur, corpora innatantia ad se invicem utcumque impellentis." Consonant etiam quæ dicit *Optic. l. 3, quæst.* 31. "Qua causa efficiente hujusmodi attractiones peragantur, in id verò non inquiro. Quam ego attractionem appello, fieri sanè potest, ut ea efficiatur impulsu, vel alio aliquo modo nobis ignoto. Hanc vocem attractionis ita hic recipi velim, ut in universum solummodo vim aliquam significare intelligamus, qua corpora ad se mutuò tendunt, cuicumque demum causæ attribuenda sit illa vis etc." Per Newtonum igitur *attractio* effectus est conspicuus in natura, quin causa ulla hujusmodi effectus assignetur: adeoque etiam firmis stantibus Cartesii placitis, qui ab *impulsione* omnia naturæ phænomena provenire contendit, sarta tecta Newtoniana attractio remaneret.

162 Aliter visum fuit Newtoni discipulis, eamque velut principium quoddam internum, quo corpora omnia se mutuò peterent, statuerunt. Longum esset singulorum verba exhibere, quibus id manifestè declarant, quum eorumdem libri præsto omnibus sint, in quibus ipsorum sensa legi possunt. Ut autem invidiam excitatarum è pulvere qualitatum occultarum propulsent, cujus criminis ab eorum rivalibus arguuntur, sic cum Magistro respondent. "Affirmare singulas species rerum specificis præditas esse qualitatibus occultis, per quas eæ vim certam in agendo habeant, cer-

tosque effectus manifestos producant, hoc utique est nihil dicere. At ex phænomenis naturæ duo, vel tria derivare motus principia, et deinde explicare quemadmodum proprietates et actiones rerum corporearum omnium ex principiis istis manifestis consequantur, id verò magnus esset in philosophia progressus, etiamsi principiorum istorum causæ nondum essent cognitæ." Opt. lib. 3, quæst. ult. Et sanè, ut quæritur Orlandus in notis ad Musch. tritæ quidem, et ad nauseam usque repetitæ hæ in Newtonum et attractionem querelæ: sed infirmo satis et inepto fundamento. Per attractionem siquidem jam dictum est, nihil aliud intelligi, quam ea accessionum et cohæsionum phænomena, in quibus nullius corporeæ impellentis causæ vel suspicio esse potest. Vix autem quid clarum et manifestum erit, si occultum dixeris, corpora minimasque eorum particulas se mutua attractione petere, et conjuncta cohærere post tot experimenta et observationes, quibus ejusmodi accessus, cohæsionesque luce meridiana clariores innotuere. Esto horum phænomenorum ignota causa et occulta (nisi placeat attractionem ab initio, extensionis et soliditatis instar, quod probabile est, singulis corporum elementis concessam reputare): at non ignoti sunt ejus causæ effectus, ab eaque rerum proprietates et actiones innumeras dependere. Quod si ideò attractionem rejiciendam velis, quia ejus causa latet, vide, ne totius naturalis scientiæ elementa convellas."

163 Jam si quid sentiam de attractione, à me quæras; candidè fateor rem mihi videri antiquam novo convestitam nomine in scænam philosophicam inductam, quæ tamen exquisitis observationibus, sublimiori calculo, ac prout virum in physicis magnum decebat, optimè ad effectus applicatam exponendos, qui scopus veræ physicæ esse debet. *Gravitas universalis*, qua corpora omnia ad terræ centrum propellerentur, vulgo adeo nota erat, ut nos superficiem terræ incolere, ac in cœlum evolare non posse. Hoc unum restabat, ut principium generalis gravitatis, non tamquam peculiaris alicujus centri amor, sed quasi lex universalis universam, qua latè patet, naturam corpoream afficiens. qua tam majores massæ, quam singulæ cujusque molis elementa devinciantur, ut invicem gravitent, deduceretur, ac philosophicè demonstraretur. Quod ut præstaret Newtonus, eo quo erat ingenio, ac sublimioris calculi notionibus ornatus, commodius se facturum reputavit, si, quod etiam tum gravitatis nomine innuebatur, in attractionem converteret; quod et præstitit, parum de causa gravitatis aut attractionis sollicitus, quæ ingenium Cartesii irrito conatu diù exercuerat. Nam ut observavit Plucheus, vir optimo judicio præditus, philosophi ita se gerunt, ac artifices agerent, qui de artefactis construendis nihil solliciti, in indaganda indole metallorum, quorum ipsis usus est, vitam insumerent, quin manus unquam ad opus admoverent.

En igitur gravitatem in attractionem con-

versam; sed quæ tantum ad terræ centrum comparabatur, nunc omnibus, et singulis corporibus inest, eorumque etiam elementis communis est. Et quidem nulla potior est ratio, cur corpora centrum terræ petant, quam ut invicem accedant. Quis enim amor, aut quæ peculiaris benevolentia versus terram citius, quam ad quamvis aliam materiæ molem accedere cogeret? Effluviane illa à Gassendo conficta, quæ à terra emittuntur, et corpora illaqueant, atque ad se trahunt, philosophicum principium esse dicemus? Sanè mirandum est prodigium, effluvia illa adeò levia esse, ut sursum ascendant, ac ad maximas à terra distantias ultro citroque liberè vagentur; simulque ita gravia, ut corporum molem superatam ad terram protrudant. Sed hæc confutari non merentur. De vortice autem Cartesiano mox ubi de gravitate agemus, recurret sermo. Quæ quum ita sint, hoc unum restat, ut omnia corpora, à quacumque demum causa id proveniat, invicem gravitate trahantur. At quæcumque in natura observantur phænomena, constantibus semper legibus subjacent, quæ observatione tandem definiri possunt, dummodo conspicuos effectus exhibeant, è quorum collatione rimari possit philosophus, quibus regulis dirigantur. En igitur unde ortum duxerunt leges attractionis, quas gravitatis canones rectius posses nuncupare; adeoque commodius, ubi de gravitate, mox perpendemus.

164 Ceterum quod hominum ingenium est, attractionis universalis principio constituto,

quæcumque in natura gerantur, alienis etiam legibus ab his, quæ in gravitate observantur, omnia ad attractionem referuntur. Magnes, ferrum, corpora electrica, alia corpora, tubi capillares, liquores etc. attrahunt diversis sanè regulis, ac illæ sint, quæ de gravitate statuuntur: et tamen attractio, velut Protheus, in plures conversa figuras, nunc in ratione tantum directa massarum suam exerit virtutem; deinde in ratione inversa duplicata distantiarum agit; postea etiam in plusquam duplicata inversa, necnon et quadruplicatam rationem attractionis auctores agnoscunt. Quæ quidem varietas maximum præjudicium est, non ab eodem attractionis principio hujusmodi phænomena provenire.

Ut hujusmodi incommoda emollirent, recentes auctores, aliam legem in natura statuerunt, quam *affinitatis* vocant, ac species quædam est attractionis, peculiaribus tamen prædita legibus ac proprietatibus, ex quibus pleraque naturæ phænomena, quæ in individuis corporibus conspiciuntur, non incommodè explicantur. Et quidem si conspicui effectus, in peculiaribus corporum speciebus animadversi, attentè observentur, invicemque conferantur; haudquaquam à generali gravitatis seu attractionis lege provenire, facilè quisque sibi persuadebit. Unde aliud principium inquirendum est, cui ejusmodi effectus adscribantur, ac felicius quam per attractionis generales leges explanentur. Ut autem quid nomine *affinitatis* intelligant ejus propugnatores, quibus-

que fundamentis eorum opinio innitatur, operæ pretium duxi, latius id exponere, ac suo lumine collocare. Quare sit

§. II.

De principio affinitatis.

165 *Affinitas* à chemicis illa accessus partium integrantium dicitur, quo mutuo ad se tendunt et conjunguntur. *Simplicem* et *complexam* distinguunt. Quum partes integrantes substantiæ se mutuo appetunt, ut conjungantur, velut aquæ, mercurii, ac fere liquidorum omnium particulæ in globulos se componunt; aut alteri substantiæ sociantur, ut sal cum aqua, affinitas simplex dicitur. Quæ si tertiæ, quartæ etc. substantiæ insuper conjunguntur, affinitas erit *complexa*. Sic aqua sale marino satura saccharo, nitro, salibus aliis, aut etiam non salinis substantiis copulatur. Ab tentaminibus chemicis etiam habetur, substantiam quamvis, quæ sola nullam cum alia affinitatem ostendit, si alteri copuletur, maximam affinitatem contrahere. Exemplum sit acidum nitrosum, quod nullam cum auro, maximam autem cum argento exercet affinitatem: quod si cum acido marino permisceatur, aurum simul invadunt, arctissimèque conjunguntur. Jam si acido nitroso seu aquæ forti, postquam argentum dissolvit, cupri bracteæ immittantur; iis aqua fortis affinitate conjungitur argento demisso, ac in fundum præcipitato. Ab hoc

phænomeno præcipitationes chemicæ nomen sumpsere.

166 Harum affinitatum assertores intrepidè affirmant, innumeris phænomenis constare, in natura peculiares affinitates et attractiones dari, quæ aptè explicare nequeunt, nisi in hypothesi peculiaris attractionis inter quasdam elementorum species in puncto contactus, aut quum contigua sunt, ad invicem accedendum eas determinantis. Ceterum magna dissensio est inter recentes præsertim chemicos, utrum hujusmodi affinitates peculiaris attractionis effectus sint, prorsus à generali illa Newtoni distinctè in ratione quadratorum distantiæ sese exerentis; an modificatio quædam istius, à peculiari elementorum figura proveniens, quæ in minimis distantiis varios producat effectus, prout elementorum molleculæ in dissimilis figuras conformatæ plus minusve distantiæ in compositione ad invicem obtinuerint. Morveau quidem in hanc sententiam inclinat, quam Buffonius, Bergman, Macquer apertè propugnare videntur. Plurimum tamen negotii facessit, affinitatum effectus quadrato distantiæ non respondere; atque ut fatetur Bergman, "aliis omnino regulis adstricta videtur." Verum hanc apparentem tantum esse diversitatem sustinere conatur, insistens: "videtur, inquam, nam res fortè circumstantes omnem efficiunt differentiam. Scilicet respectu immanis distantiæ diametri evanescunt, adeò ut corpora cœlestia plerumque instar punctorum gravium considerari possint: eorum verò quæ propinqua sunt,

longè alia est ratio: etenim non solum totius, sed partium quoque figura et situs attractionum effectus magnopere variant." Diss. 33. §. I. Hanc quæstionem fusè prosequitur Morveau in articulo *affinitas*, quem in tomo 3 Element. Chemiæ Lavoisieri italicè reddidit Dandolus. Nos intacta hac discussione, ex phænomenis præcipua seligemus, omissis, quæ omnibus obvia sunt, ut aquæ, mercurii, ac liquidorum fermè omnium guttæ, quæ quum in planam superficiem ad libellam horizontis componi deberent, in globulos conformantur; quod sine particularum mutua accesione effici haud potest, ut perspicuum est.

167 Experimentum 1. Postquam aliquandiu frustum abietis aquæ demersum tenueris, jugo bilancis filo appende, ac apposito pondere illud ad æquilibrium compone: deinde vas aqua plenum inferius admove, ita ut extrema abietis pars aquam deosculetur. Ac primo quidem abies aquæ immergitur contra hydrostaticæ leges, ex quibus levior fieri debebat, atque ab altero respondente pondere suspendi; quum nonnisi quinquaginta granis ponderi adjunctis, Taillorus, cui tentamen debemus æquilibrium restituerit. Deinde si jugum sustuleris ex qua parte abies pendet, parte altera ponderis paullatim depressa, aspicies aquam cum ipso sursum ascendere, ac inter ligni extremitatem et aquæ superficiem columnam attolli, quæ suspensa perseverat.

168 Experimentum 2. Accipiantur duæ planæ politæque vitri laminæ ad tres uncias seu

pollices latæ, viginti longæ: quarum altera ad horizontem parallela jaceat; altera verò huic ita imponatur, ut extremitates laminarum sese contingant ex una parte, altera ad angulum 10, aut 15 minutorum elevata: superficiebus laminarum oleo mali aurei, aut spiritu terebinthino priùs leviter linteo mundo madefactis. Immittatur deinde gutta ejusdem olei à parte conjunctionis laminarum maximè distante; continuo gutta ad eam partem se movebit, in qua laminæ se contingunt, ferturque motu constanter accelerato, donec ad caput anguli seu conjunctionis laminarum deveniat. Quod si dum gutta prorepit, vitrorum extremitas illa, qua contingunt sese, et in quam gutta fertur, elevetur, jam inter vitra sursum adrepet gutta. Et prout vitrorum extremum illud, quo se contingunt, magis magisque elevetur, gutta tardius usque, et adhuc tardius ascendet, donec planè quiescat. Hoc tentamen Newtono debemus, cujus verba fere exscripsimus.

169 Experim. 3. *Solutiones chemicæ.* Ex solutionum experimentis unum omnibus obvium ac nullo negotio ad praxim reducendum seligimus. Demittatur in vas aqua munda plenum portio cujuscumque salis, puta communis seu marini, sacchari, nitri, etc. ac primo sal statim ad fundum vasis suo pondere fertur, diuque inibi conspicuus remanet, donec paulatim sal per omnem aquæ substantiam diffusum planè dissolvitur. Hoc phænomenum satis obvium oculis philosophicis magnum est naturæ arcanum. Nam quo pacto sal contra propriam gra-

vitatem ascendit? etiamsi vas adeo magnum foret, ut mare æquaret profunditate, immissa quantitate salis aquæ quantitati proportionali, è fundo ad superficiem ascenderet. Et quidem post dissolutionem hausta è superficie aqua, aut ipsi lingua admota, amarore salis infecta sentitur: quod evidenter ostendit salem è fundo ad aquæ superficiem pervenisse. Corpus autem grave, nisi à vi externa adigatur, contra propriam gravitatem ascendere non potest: itaque aliud principium influere debet, quod ipsum contra innatam inertiam ac ad centrum detrudentem gravitatem sursum impellat: quod juxta affinitatis patronos aliud esse non potest à lege affinitatis supra exposita. Namque apud ipsos attractionis auctores generalis vis attrahens, debet salis particulas conjungere tum inter se, tum etiam cum aqua; minime autem disjungere, ac propellere, ut in phænomeno exposito fieri necesse est. Neque ignis aut caloris in aqua latentis actione dissolvitur, multoque minus sursum propellitur: nam termometro immisso in aquam dissolventem, nullum in mercurio ascensionis sinum videmus; adeoque nec caloris augmentum asseri debet, è quo dissolutio petatur. Speciosam quamdam explicationem nonnullus adducet hujusce observationis. Aqueas nimirum molleculas pondere suo instar cuneorum inter poros salis agentium, salem dividere; sicque divisum, utpote gravitatis specificæ minoris quam aqua, sursum ab ipsa propelli, ex quo amarities in superficie exoritur. Verum, ut candidè fatear, hæc

explicatio non plenè satisfacit: deberet enim, velut oleum, sal in superficie consistere omnino ab aqua separatum, quod observationibus contrarium est. Hinc si ostendi posset, in maris fundo ingentes salis montes existere, eadem esset difficultas in explicanda maris salsugine, ac in vase, cui immissum fuisset sal, è cujus fundo per omnem aquæ substantiam diffunderetur.

170 Schol. Obiter notanda hic venit saturationis chemicæ significatio. Aqua, aut fluidum quodlibet substantias dissolvens, eo usque imbibit particulas substantiæ dissolutæ, donec plenè satura sit: qua saturatione peracta, reliqua pars in fundo remanet immutabilis. Sic in tentamine proposito sal ab aqua tamdiu dissolvitur, donec eam quantitatem imbiberit, quam recipere potest, reliqua salis parte in fundo, perinde ac si à fluido sicco ambiretur, intacta permanente. Quæ tamen denuo, si aqua affundatur, dissolutio iteratur, donec aqua saturetur, aut totum ebibat sal, si hoc ad saturationem non sufficiat. Mirum tamen est, fluidum jam saturatum quadam substantia, aliam dissolvere; ut si aquæ sale saturæ saccharum aut nitrum adjungatur, illa dissolvit. Ex his observationibus sponte descendit explicatio fontium mineralium, aquarum crudarum, ac heterogeneorum corporum admixtione insignium. Aqua enim fluens per strata terrea, ubi hæ substantiæ resident, illas imbibit, earumque particulis infecta manet, ut in sapore satis dignoscitur.

171 Experim. 4. *Præcipitationes chemicæ* illæ dicuntur, quæ post solutionem duarum aut plurium substantiarum obtinentur; immisso *præcipitante*, quo corpora soluta in fundum à menstruo seu fluido separata, decidunt; ac *præcipitatum* nuncupatur. En brevi præcipitationis exemplum succesivè in pluribus substantiis exactum. Argentum in aqua forti dissolvitur; deinde injicitur cuprum, ac argentum præcipitatur; ferrum præcipitat cuprum, cui vices reddit zincum; hoc autem per oculos cancrorum, qui etiam ab spiritu urinæ in fundum aguntur: spiritus urinæ etiam à sale alcali separatur, et quum levior aqua sit, sursum ascendit, (neque enim ut *præcipitatio* vocetur, in ima petat, necesse est) ac tandem spiritus in auras advolat. Aurum ac ferrum fulminans præcipitationis effectus sunt. Hoc autem aurum, aut ferrum conficitur limatura cujusque metalli, aqua regia, quæ ex aqua forti et sale ammoniaco præparata fuerit dissoluta, ac tum per alcali fixum, sive oleum tartari per deliquium, quod ejus deliquescentia est, præcipitatur. Hujus præcipitati pulveres aqua prius emolliti, calore moderato exsiccantur. Quod si granum hujus pulveris in cochleari ferreo calefiat, violenta fit explosio, qua etiam cochleare disrumpitur: adeoque cautè hoc experimentum tentandum est.

172 Experim. 5. *Crystallizationes* sunt effectus dissolutioni contrarii, eæ videlicet substantiæ, quæ per dissolutionem suas particulas menstruo innatantes, præcedente externa con-

formatione amissa, habuerunt; evaporato fluido sensim accedunt, ac in formam sibi debitam restituuntur, aut conformantur. Sal marinum aqua solutum, ac per universam maris pacifici molem distributum, ad maris Californici rupes insulas salinas efficit; continenti scilicet aquarum alluvione, fluxu, ac refluxu aquas ad saxa adigente; deinde à calore aqua evaporata, quæ inter cavitates remanserat, condensatur, particulis salinis invicem accedentibus. Hoc etiam in salinis Ostiensibus, in Gallia, Hispania, ac per universam oram habitatam maris, naturæ artificium imitati homines, aquam marinam æstivo soli exponendo ut evaporet, sal commune ad domesticos usus sibi comparant; magno etiam quæstu illorum, qui hæc opificia possident.

Species etiam *crystallizationis* sunt metalla, gemmæ, uniones. Particulæ metallicæ, crystallinæ, vel cretaceæ aquis vel aliis menstruis solutæ, quandoque etiam in terræ stratis dispersæ, diversisque substantiis permixtæ, fusione ignis subterranei idem præstant, ac sales supra memorati; scilicet dum invicem occurrunt, accedunt, ac in unam massam arcto vinculo copulantur. In adamante, ac lapidibus pretiosis hoc satis observatum est. In fodinis Raolcondæ, in Culurensibus, ac Sumelpurensibus in India orientali inter arenas, maximè post imbrium alluviones, adamantes inveniuntur, ut in Lexico Chambersii, ac in Historia ex itinerariis collecta à Prevosto, ac Harpeo legere licet. Hoc modo etiam crystalla formantur,

quæ montana seu de rupe vocant. Margaritæ etiam concretiones quædam sunt, quæ veluti ceteri calculi in corpore animali concrescunt crystallizatione facta, in ea animalis parte ubi formantur, ut Geoffroio videtur; vel substantiæ testaceæ materia sunt, quæ extra vasa excurrit, quæque in strata componitur, ac postea in modum globuli conformatur, ut existimat Reaumurius. Quocumque demum modo hoc peragatur, certum est, materiam prius liquidam, ac in fluido animali velut menstruo solutam confluere, ac eo modo, quo ceteræ crystallizationes fiunt, conglobari: quod nisi ab affinitate partium ad se invicem accedentium, explicari non posse contendunt hujus legis assertores.

173 Schol. Quod magis notatu dignum in crystallizationibus, figura illa est cuique propria, in quam conformatur substantia concrescens. Sal commune in cubos, saccharum in globulos, nitrum in acus seu cylindros: imo metalla omnia dum lente effusione frigescunt, in peculiarem formam conformantur. *Antimonium* seu stibium in stellam concrescere; maximè quum perpurgatum est; ac *antimonii* regulus dicitur, jamdiu observaverat Reaumurius; nec alienum à veritate existimari debet, alias peculiares figuras cetera metalla sibi assumere, dum benè purgata, ac lente post fusionem frigefacta crystallizantur, seu concrescunt: quod quidem non in omnibus observatu facile est; vel quia non satis adspectabiles sunt formæ, vel quia observatores nondum reperti sunt, qui

in hæc attentis oculis incumberent.

174 A phænomenis etiam duritiei, ac elasticitatis argumentum sumunt *affinitatis* assertores ad hanc legem in natura propugnandam. Corpora enim dura ab affinitate partium arctissimo vinculo; sive peculiari attractione, qua se mutuò conjungunt, ipsis asserentibus, talia constituuntur. Et quidem juxta majorem minoremve affinitatem intercedentem inter particulas componentes, durities, major aut minor obtinebitur in corporibus. Vinculum enim fortius constringere debet ea quæ separationi maximè resistunt; ac ab effectis etiam contrariis ea, quæ facilius separantur, minimæ attractionis ligamine tenebuntur. Hinc fluiditas in aliquibus substantiis, quarum elementa analoga non sunt, aut globulosis elementis constant, quæ nonnisi extremis punctis se tangi possunt; adeoque lex affinitatis hæc elementa non conjunget, aut satis virium non applicabit, ut penes sese tota contingant, ac in solidum corpus coalescant: quod fluiditatem pariat, necesse est. Quod si ipsa durissima corpora, puta metalla, *menstruum* potentissimum, ut ignis, intimè penetret, eorumque elementa ad motum violentum cogat, ad statum fluiditatis, seu liquationis deducet, affinitate ignis vim attrahentem superante. Contra verò fluida illa natura sua labilibus elementis composita, si, postquam avolarit igneum fluidum, quod eorum fluiditatem maximè promovet à nimio frigore accedere inter se magis cogantur; quæ prius fluida erant, solida, ac nonnumquam etiam durissima expe-

rimur, ab majore approximatione, quam particulæ acquisierunt, ob quam attractio seu affinitas vim majorem exercet. Hac lege etiam mercurius, fluiditatis tenacissimus, ad soliditatem ac duritiem maximam adductus fuit Petropoli, ita ut malleorum ictus, perinde ac ferrum, sustineret.

175 Corpora elastica, ut art. 119 exposuimus, illa dicuntur, quæ si flectantur, aut comprimantur, ad pristinum statum restituuntur. Solidorum corporum hactenus cognitorum magis elasticum est gummi illud, quod mexicani *ule* vocant, ac in Europa *gummi elasticum* solet appellari. Omnia elastica corpora pro majore aut minore elasticitatis gradu ad pristinum statum redeunt, compressa vi proportionali elaterii viribus, à quibus aguntur. Unde tamen hæc ad pristinum statum restitutio? Alias sententias jam exposuimus, ubi de collisione corporum elasticorum; verum legis affinitatis assertores ad eamdem confugiunt, ut ejus ope elastici arcanum exponant. Nam si corpus aliquod inflectatur, aut prematur ita, ut molleculæ è locis suis dimoveantur; non tamen ultra attractionis limites excurrant; cessante vi inflectente, aut premente, molleculæ ad pristinum statum ab affinitate restituentur. At non omnes materiæ particulæ eadem affinitatis lege tenentur, neque omnia elementa eodem ordine in corporibus disponuntur: unde diversitas inter corpora elastica et non elastica repetenda est. Nimirum elastica erunt, quæ elementis constent se invicem attrahentibus, mollia aut dura,

non item. Dura enim separatis particulis, atque extra sphæram suæ attractionis propriam collocatis, amplius non habent undè iterum restituantur ad pristinum statum. Hinc etiam in fluidis nonnulla sunt maximè elastica, ut aer; alia nullam elasticitatem præseferunt, qualem aquam in statu fluiditatis experimur: quæ tamen dum in vapores solvitur, magnam exerit elasticitatem.

176 Ex allatis hactenus experimentis ac phænomenis, aliisque, quæ ne in longum abeat oratio, prætermittimus; confidenter concludunt affinitatum defensores, constare, aut experientiæ lumini de causis physicis renuntiandum fore, aut affinitates seu attractiones peculiares in natura admittendas esse. Quid nos? Fatemur, experientiam maximè his attractionibus favere, si attractionem pro effectu, minime autem pro causa sumamus. Si enim affinitas et attractio vocentur omnes hi effectus, qui accessus sunt, sive, ut ajunt, *tendentia* alterius ad alterum corpus, vel in ipsis etiam substantiis partium major cohærentia, nisus ad accedendum, aut se in pristinum statum restituendum, aliaque satis conspicua mutuæ accessionis documenta; quis est, qui cæcus non sit, quin hæc phænomena continenter edi fateatur? Enimverò si ad affinitatem peculiarem tamquam causam recurrendum sit, nescio quid introspicio occultarum qualitatem simile, quibus omnia speciosè explicabantur, quin aliquid diceretur. Quod si in legem universalem in natura, ut Paræ videtur, ab impulsione et gravitate diversam il-

lam erigere placuerit; opus esset prius ab effectis illius tenorem investigare, regulasque constantes, quibus dirigitur, ostendere; velut in vi centripeta et centrifuga factum videmus, ut tuto pede incedere possimus. Dum hæc Physica non præstet, satius duco ignorantiam meam candidè aperire, ne pruritus omnia explicandi tamquam naturæ interpres, in scopulos ac syrtes impingat; qui pruritus devios plerumque agit eos, qui à Minerva doctos se existimant, ut nihil in natura ipsos lateat. "Incerta hæc si postules, ratione certa facere, nihilo plus agas, quam si des operam, ut cum ratione insanias." Experimento enim quotidiano satis edocemur, quam scitè dictum fuerit à Salomone. "Vidi afflictionem, quam dedit Deus filiis hominum, ut distendantur in ea. Cuncta fecit bona in tempore suo, et mundum tradidit disputationi eorum, ut non inveniat homo opus, quod operatus est Deus ab initio usque ad finem." Ecclesiastes c. 3, v. 10.

CAPUT QUARTUM.

§. I.

De virium compositione.

177 Quando diversæ vires corpori applicantur, quibus se præstare singillatim non potest, eo quod directiones insociabiles, sive ut ajunt, *incompatibiles* sunt; motus ex his viribus proveniens, quicumque tandem ille sit, dici-

tur *motus compositus:* motiones autem, quæ singillatim agentes, ipsum corpus alia directione impellerent, *motus componentes* dici solent. Vis etiam, qua corpus à motu composito agitur, *vis composita;* quemadmodum vires ipsum ad motum compositum adigentes, *vires componentes* audiunt. Solent etiam vim compositam *resultantem* aut *æquivalentem*, et vires componentes *resolventes* appellare.

178 Planum est, quod si vires omnes componentes corpus agerent eadem directione, vim compositam æqualem fore summæ omnium componentium; ac si componentes duæ tantum essent, quæ directionibus ex diametro oppositis corpus impellerent, ipsum directione præpollentis motum iri, vi æquali excessui vis majoris supra minorem: ita ut si ambæ æquales forent, corpus immotum permaneret (131).

179 Sunto duæ rectæ HAB, KAC (fig. 6) invicem perpendiculares in A, quo in puncto sit corpus motui liberum, cui applicentur vires, ex quibus altera ipsum ab A in B directione AB, altera ab A in C directione AC impellat; ita tamen ut prima sine consortio alterius corpus per spatium AB dato tempore ageret, seu ipsum per intervallum AB ab AC removeret; quod pariter altera præstaret, corpus eodem tempore per spatium AC transferens, sive eodem intervallo ab AB disjungens: quod idem est ac statuere, velocitates virium singillatim agentium esse, ut AB, AC. Quoniam autem earum directiones perpendiculares ponuntur, perspicuum est, alteram alterius vim nec

augere, nec minuere posse: nec enim ulla est ratio sufficiens, cur vis, quæ corpus per AC impellit, motum per AB potius, quam per oppositam directionem AH possit producere: quod pariter de altera directione AB dicendum venit. Corpus itaque dato tempore à vi impellente per AB quantitate=AB disterminabitur ab AC; et à vi per AC ipsum agente ab AB per intervallum=AC removebitur. Constructo igitur rectangulo ACDB, corpus in D invenietur. Et quoniam diagonalis cujusvis rectanguli, cujus latera A*b*, A*c* proportionalia sint lateribus AB, AC rectanguli ABDC, cum diagonali AD hujusce rectanguli congruit, liquet corpus, quum in D pervenerit, diagonalem AD motu composito descriptum ire. Porrò diagonalis AD viribus compositis decursa, eodem tempore describetur, quo singulum latus AB, AC à viribus componentibus singillatim agentibus describeretur. Hinc velocitas motus compositi se habet ad velocitatem cujusvis motus componentis, ut diagonalis ad respondens latus rectanguli.

183 Quando igitur corpori A duæ vires agentes directionibus invicem perpendicularibus applicantur, si fiat rectangulum, cujus latera directionibus ambarum virium congruat, eisque sint proportionalia; perinde erit, ac si vires applicatæ concipiantur, aut vis una utrique æqualis secundum directionem hujus rectanguli agens intelligatur, quæ ad utramlibet se habeat, ut diagonalis ad respectivum latus. Idcirco hujusmodi vis *æquivalens* merito ap-

pellatur, quoniam una hæc eumdem effectum in corpus producit, qui à duabus simul agentibus obtineretur.

181 Et versa vice prædictæ duæ vires uni illi dici possunt *æquivalentes*, quæ ab ambabus composita, in illas resolvi potest: ita ut si corpori A (fig. 6) vis applicetur, quæ per spatium AD directione AD dato tempore ipsum agat, et rectangulum quodcumque ABDC, cujus diagonalis AD, construatur; loco prædictæ vis concipi possunt applicatæ duæ vires juxta directionem AB, AC simul agentes, et quæ ad ipsam eamdem proportionem habeant, ac latera AB, AC ad diagonalem AD observant: quoniam hujusmodi vires simul agentes eumdem effectum obtinent, ac altera ipsis æquivalens.

182 His præmissis pronum est deducere, quod, quicumque sit angulus CAB factus à directionibus virium in corpus A conjunctim agentium (ut in fig. 7 tres casus describuntur, in quibus notabilis varietas in angulis observatur), si secundum has directiones sumantur partes AB, AC eisdem viribus proportionales compleaturque parallelogramum ABDC; corpus per diagonalem AD hujus parallelogrammi movebitur, perinde ac si per hujusmodi diagonalem ab una tantum vi duceretur, quæ ad singulas vires eam proportionem habeat, quam diagonalis AD cum respondente AB, AC observat. Nam ducta per punctum A recta MAN, quæ sit ad diagonalem AD perpendicularis, ducantur ab angulis B, C constructi parallelo-

grammi, BM, CN ad prædictam rectam MAN perpendiculares, et BQ, CO ad diagonalem AD pariter perpendiculares, à quibus rectangula AMBQ, ANCO formentur: poterunt quidem vi per latus AB designatæ substitui duæ illæ vires expressæ per latera AM, AQ: ac vi per alterum latus AC indicatæ, duæ alteræ vires per AN, AO descriptæ pariter subrogari (181), ac proinde corpus A tamquam à quatuor viribus actus AM, AQ, AN, AO loco virium AB, AC, concipi potest. Enimvero duæ illæ vires AM, AN æquales sunt et oppositæ, quoniam AM =BQ, et AN=CO (Math. 351), atque etiam BQ et CD æquales sunt, quippe quæ altitudines existunt duorum triangulorum ABD, ACD æqualium, eamdem basim AD habentium (Math. 354): à duabus igitur viribus AM, AN corpus A moveri non potest (178). Restat itaque, ut corpus á duabus viribus AQ, AO solum moveatur. At hujusmodi vires corpus per eamdem directionem impellunt, quum perpendiculares BQ, CO, in diagonalem AD intra parallelogrammum incurrunt, ac directionibus ex diametro oppositis dirigunt, si in diagonalem extra parallelogrammum incidant: quare corpus A directione AD movebitur (178) vi in primo casu summæ ambarum æquali, in altero autem casu vi æquali differentiæ virium AQ, AO. Et quoniam duo triangula QBD, OCA æqualia sunt, erit AC=QD: quare in primo casu habebitur. AQ+AO=AQ+QD=AD; in secundo verò AQ—AO=AQ—QD=AD. Corpus igitur per diagonalem AD parallelo-

grammi ABDC movetur, æquè ac si ab una tantum vi ageretur, quæ ad vires per latera expressas eam proportionem habeat, quam diagonalis ad latera observat.

183 In omni igitur parallelogrammo, in quo duo latera exprimant directiones et quantitates duarum virium, diagonalis indicat directionem et quantitatem vis compositæ, quæ duabus simul agentibus æquivalet. Et versa vice si per diagonalem directio et quantitas cujusdam vis exprimatur, duo latera indicabunt directiones et quantitates duarum virium, quæ simul agentes, eumdem effectum in corpus producunt, qui ad unam tantum per diagonalem expressa proveniret.

184 Quod si plures quam duæ vires eidem corpori simul applicentur, per diagonalem è viribus omnibus tamquam lateribus parallelogrammi composita mobile incedet, ac omnibus pro virium ratione se præstabit. Nam ponantur duæ tantum vires per latera repræsentatæ, ipsisque diagonalis inveniatur, quæ exhibebit directionem utriusque, æquè ac si una tantum vi ageretur; deinde cum alia tertia inventa conferatur, tertia cum quarta, et sic deinceps, donec omnes exhauriantur; quarum postrema dabit directionem et quantitatem omnium virium simul componentium.

185 His præmissis ad motum curvilineum exponendum descendamus. Motus hujusmodi generatur, quum corpori *potentia* quædam continenter agens applicatur, à cujus actione singulis momentis corpus distrahitur à prima di-

rectione, per quam moveretur, si suæ inertiæ solum obsecundaret. Porrò quæcumque causa motum inducens *potentia* appellatur, semel ac *projectio*, aut *percussio* non sit: unde inter potentias *gravitas*, *attractio*, *elasticitas* computantur. Si potentia capax sit producendi in corpus ipsi subjectum velocitatem finitam tempore finito, etiam tempore minimo minimam velocitatem generabit: quoniam velocitas tempore finito genita, provenit à summa omnium velocitatum quolibet instanti genitarum: quæ quidem esset infinita, si velocitas quolibet instanti producta infinitè parva non esset; quum in tempore finito infinita instantia contineantur.

186 Esto igitur corpus, quod directione quadam AT (fig. 9) velocitate finita agatur; quod quidem inertiæ propriæ relictum, directione AT motu æquabili movebitur, spatia temporibus proportionalia percurrens (95). At si huic corpori potentia quædam applicetur quæ ipsum à directione AT continenter removeat, particula infinitesima *ab* vix ab eodem decursa, continuo à sua directione à potentia distrahetur. Ponamus ipsum directione AC impelli à potentiam velocitatem ei imprimente, quæ ad describendum spatiolum *ac* compellat minimo tempusculo, in quo *ab* decurreret. Spatiolum *ac* erit infinitè parvum respectu *ab*; quia quum *ab*, *ac* eodem tempore minimo describantur, erunt proportionalia velocitatibus, et velocitas à potentia generata infinitesima est (185) respectu velocitatis finitæ à projectione genitæ. Corpus itaquè minimo hoc tempusculo

à duabus viribus agitur, quarum altera *projectionis* per *ab* impelleret, si sola ageret; altera à potentia impressa, quæ eodem minimo tempusculo ipsum conduceret per *ac*. Constructo parallelogramo *abde*, corpus tempusculo hoc minimo diagonalem *ad* describet, per eamque semper motum suum continuaret, si potentia applicata ab impulsa cessaret, ejus tamen actione permanente, etiam atque etiam ab hac directione removebitur. Ponamus corpus in *d* jam appulsum, à potentia trahi per *d*C actione, quæ ipsum per spatiolum *de* sequenti tempusculo distraheret; et quoniam hoc tempusculo corpus suæ inertiæ obediens, spatiolum $dx = ad$ confecisset, completo parallelogrammo *edxo*, corpus hoc tempusculo diagonalem *dx* describet. Pariter tempusculo tertio eadem directione diagonalis *do* spatiolum $om = do$ conficeret, nisi à potentia distraheretur; continuata tamen ipsius actione per *o*C eadem vi à qua scilicet per spatiolum *on* adduceretur, completo parallelogrammo *nomr*, diagonalem *or* tempusculo tertio describet: quod æquè in quarto tempusculo eveniet, eisdem viribus *r*B, *rp* agentibus, quibus per diagonalem *rz* corpus impelletur. Quare tempusculis sequentibus, eisdem manentibus viribus, corpus ad mutandam continenter directionem adigetur, ita ut si tempus ejus motus in tempuscula infinita, ac infinitè parva divisum concipiatur; quolibet ex his tempusculis diagonalem novi parallelogrammi describet: et quoniam sequens parallelogrammum pro latere habet diagona-

lem præcedentis infinitè parvam, cui respondet alterum latus, quod respectu hujus est infinitè minus, perspicuum fit, corpus motu suo descripturum seriem quamdam linearum infinitè parvarum, quarum alternæ angulum infinitè minorem duobus rectis efficiunt. Quæ quidem linearum rectarum series curvam constituit; quoniam curva quælibet tamquam polygonum infinitorum laterum, atque infinitè parvorum, sic invicem dispositorum concipitur, ut quantitate infinite parva tantum à rectitudine dissentiant. Corpus ergo, quod directione quacumque impellitur, et cui applicatur potentia continenter in ipsum agens, atque ab impressa directione disturbans, motu suo curvam describat, necesse est.

187 Hujusmodi curva à corpore motu prædicto descripta, dicitur *trajectoria*. Si directiones, per quas *potentia applicata* corpori trajicienti, in quocumque demum *trajectoriæ* puncto consideretur, ipsum impellit, omnes per idem punctum transeant, hoc punctum centrum virium appellatur. Lineæ ab hoc puncto ad *trajectoriam* ductæ, *radii vectores* dici consueverunt: spatiumque à duobus *radiis vectoribus*, et arcu *trajectoriæ* inter ipsos comprehenso interceptum, *area* nuncupatur: quam *aream* describere corpus concipitur, quum arcum trajicit; perinde quasi inter se movendum per arcum secum transferret radium vectorem.

188 Corpus per *trajectoriam* circa *centrum virium* motum *areas* describit temporibus proportionales. Hujus theorematis veritas simul

elucet, ac demonstretur areas infinitesimas, temporibus infinitesimis æqualibus descriptas, esse æquales; quod sic ostenditur. Directiones *potentiæ ac*, *de*, *on* etc. (fig. 9) concurrant omnes in C, atque à punctis *b*, *x*, *m* ducantur rectæ *b*C, *x*C, *m*C etc. quoniam $ab = dx$ (186), triangula *a*C*b*, *d*C*x* erunt æqualia (Math. 333); at triangulum *d*C*x* eisdem parallelis *de*, *xo* concluditur, et eamdem basim *d*C habet, ac triangulum *d*C*o*; sunt ergo invicem, atque etiam triangulo *a*C*b* æqualia (Math. 334); quæ sunt areæ temporibus infinitesimis æqualibus descriptæ. Similiter triangulum *o*C*m* eisdem parallelis *on*, *mr* includitur, ac eamdem basem *o*C habet, quam triangulum *o*C*r*; quarè et huic, et præcedentibus æquale erit: quod æquè ad reliqua triangula extendi potest, quæ sunt areæ temporibus æqualibus descriptæ.

§. II.

De viribus centralibus.

189 Vis, qua potentia, quæ in centro residere ponitur, corpus ad suam propriam directionem trahit, quocumque in puncto *trajectoriæ* ipsum inveniatur; *vis centripeta* vocatur, etiam si potentia repulsiva foret, seu quæ corpus à centro repellere niteretur. Unde vis centripeta semper proportionalis est minimo spatiolo, quod per *radii vectoris* directionem quolibet tempusculo corpus decurreret, si huic soli potentiæ obediret, quoniam spatiolum hoc effectus est actionis potentiæ: ob idque si cor-

pus in puncto *d* (fig. 9) trajectoria inveniatur, vis centripeta per *de* exprimetur; si in *o* consistat, per *on*; sin *r* per *rp*, et sic deinceps.

190 Præter vim centripetam oportet etiam *vim centrifugam* perpendere. Nonnulli per *vim centrifugam* intelligunt vim æqualem et contrariam vi centripetæ. Nam in quocumque puncto trajectoriæ corpus A moveatur (fig. 9) ab inertia sua per directionem AT moveri tendit, aut per *dx*, si in *d* inveniatur, seu per tangentem ac trajectoriam in quocumque puncto ipsius consideretur: per eamque recederet tempusculo sequente: æquale spatium spatio *ab* conficiens, nisi à potentiæ actione dimoveretur. Quæ quidem *tendentia* vis est, quæ completo parallelogrammo *doxs* considerari potest veluti composita à duabus viribus, à quarum prima *do* tempusculo sequente movetur; atque ab *sd*, qua corpus à trajectoria removere nititur, in qua à vi centripeta *de* retinetur. Atqui $ds = ox$, atque adeo etiam æqualis *de*, quæ vim centripetam exprimit; ob idque etiam huic contraria est, et meritò *centrifuga* dici potest. Corpus itaque, quod circa centrum aliquod areas describit temporibus proportionales, à duabus viribus contrariis *centripeta* ac *centrifuga* impellitur: quæ etiam *centrales* non incongruè appelantur à directione earumdem, quæ per centrum transit.

191 Aliis tamen placet vim centrifugam diverso modo explicare: nimirum corpore in trajectoriæ puncto *d* existente, duas rectas trajectoria perpendiculares ductas concipiunt; in

puncto *d* alteram, alteram in puncto *o*, ipsi *d* infinitè proximo; factoque centro in puncto, in quo hujusmodi perpendiculares concurrunt, circumferentiam circuli descriptam concipiunt, cui in puncto *d* tangentem ducunt, ita ut productam perpendicularem in puncto *x* ductam, offendat; vimque centrifugam appellant eam, quæ proportionalis est particulæ infinitesimæ hujus perpendicularis, quæ inter circuli peripheriam et tangentem intercipitur.

192 Hujusmodi *vis centrifugæ* explicationes nonnisi in casu, quo trajectoria à corpore descripta circulus sit, convenire possunt. Tunc enim centrum virium idem est ac circuli centrum: ac proinde duæ perpendiculares ad trajectoriam in duobus punctis infinitè proximis ductæ, in centro trajectoriæ circularis concurrunt. Quare lineola exprimens vim centrifugam in secunda expositione, æqualis est et parallela ei, quæ vim centrifugam exprimit in prima. Satius itaque ducimus vires centrales exponere in trajectoria circulari, quo in casu luculentius concipiuntur.

193 Theor. I. "Corpus quod in circulo, areas temporibus proportionales describens, moveatur; eamdem velocitatem in omnibus punctis suæ trajectoriæ circularis constanter retinet." *Dem.* Si corpus minimis tempusculis æqualibus areas minimas et æquales describit, etiam arcus minimi erunt æquales. Nam quum centrum virium cum trajectoriæ circularis centro congruat, *radii* omnes *vectorii* æquales existunt; adeoque areæ æquales esse non possent,

si inæqualibus arcubus comprehenderentur. Atqui arcus sunt spatia à corpore descripta: corpus igitur spatia æqualia æqualibus temporibus describit, ideoque motu æquabili, seu eadem velocitate constanter movetur.

194 Corol. Velocitas hæc exprimi poterit per arcum minimum minimo dato tempore descriptum; quoniam velocitas in motu æquabili proportionalis est spatio dato tempore descripto. Et quoniam arcus minimus cum ejus minima chorda confunditur, hæc arcui substitui poterit.

195 Theor. II. "In trajectoria circulari, si corpus areas temporibus proportionales circa centrum suæ trajectoriæ describit, vis centripeta, atque adeo etiam centrifuga exprimitur per quadratum velocitatis, per diametrum trajectoriæ divisum." *Dem.* Concipiatur corpus in D (fig. 9) ac puncto D ducta sit tangens DF. Si potentia, quæ corpus in curva retinet, ab agendo cessaret, ipsum per tangentem abiret, ac minimo tempusculo dato, spatiolum DF in ea conficeret. Ducta à puncto F ad circuli centrum C recta FC, hæc trajectoriam circularem in M secabit, eritque FM minimum spatiolum, per quod potentia impellet corpus, quod ab actione potentiæ arcum DM, qui ejus velocitatem exprimit (194), describet. Ducatur MP perpendicularis ad diametrum DB, atque idcircò parallela DF, quæ ipsi etiam perpendicularis est: quare DC: FC :: DP: FM (Math. 339). At FM infinite parva est, ideoque DC velut æqualis FC concipi potest; ergo et DP ut æqua-

lis FM: nimirum etiam DP ut effectus potentiæ accipi potest, quemadmodum FM ipsum repræsentat. Quare DP exprimit vim centrifugam. Ducta itaque Mz, et arcu minimo DM pro chorda ipsi respondente usurpato (194), triangulum DMz erit rectangulum in M; quia angulus DMz diametro insistens rectus est (Math. 313): deinde MP triangulum DMz in duo triangula invicem, et ipsi majori triangulo similia dividit (Math. 345); erit igitur Dz: DM :: DM: DP, nimirum facto trajectoriæ radio = R, velocitate corporis per eam trajicientis = C, ac vi centripeta = V, erit 2R : C :: C: V; ac $2RV = C^2$, et $V = \frac{C^2}{2R}$ seu quadratum velocitatis divisum per diametrum æquale vi centripetæ.

196 Corol. 1. Et quoniam in eodem circulo R seu radius constans est, ut etiam C seu velocitas, ita quoque erit constans V seu vis centripeta. Nimirum in corpore, quod per trajectoriam circularem, areas temporibus proportionales circumtrajectoriæ centrum describens, moveatur, vis centralis sive centripeta, sive centrifuga fuerit, eadem est, in quocumque trajectoriæ puncto ipsum concipiatur.

197 Corol 2. Si motus duorum corporum per trajectorias circulares, areas temporibus proportionales describentium, invicem conferantur, ac R, C, V radio trajectoriæ, celeritate, ac vi centrali unius designatis, alterius autem per miniscculas r, c, v, ipsius trajectoriæ radio, celeritate, ac vi centripeta pari-

ter indicatis, erit $V : v :: \frac{C^2}{2R} : \frac{c^2}{2r} :: \frac{C^2}{R} : \frac{c^2}{r}$ (Math 211). Unde præfatæ vires centrales invicem comparatæ sunt in ratione composita ex directa duplicata velocitatum et reciproca radiorum vectorum. Quod si velocitates C, c æquales forent, esset $V : v :: \frac{1}{R} : \frac{1}{r} :: r : R$ (Math. 49), nimirum vires centripetæ aut centrifugæ reciprocè proportionales radiis *trajectoriarum*. Positis autem $R = r$, foret $V : v :: C^2 : c^2$, scilicet vires centrales, ut quadrata velocitatum. Verum si radii trajectoriarum essent reciprocè proportionales velocitatibus, hoc est, si $C : c :: r : R$, foret $V : v :: \frac{r^2}{R} : \frac{R^2}{r}$ sive $V : v :: r^3 : R^3$ (Math. 211), scilicet vires centripetæ aut centrifugæ in ratione inversa cuborum, seu triplicata radiorum trajectoriarum. Denique si radiis trajectoriarum velocitates essent directè proportionales, seu $C : c :: R : r$, etiam vires centrales duorum corporum essent proportionales radiis trajectoriarum, quoniam tunc $V : v :: \frac{R^2}{R} : \frac{r^2}{r}$, sive $V : v :: R : r$.

198 *Tempus periodicum* corporis, per trajectoriam se moventis, dicitur illud, quod in trajectoria describenda corpus impendit. Et quoniam corpora, quæ per trajectoriam circularem moventur, areas circa *trajectoriæ* centra temporibus proportionales describentia, motum æquabilem observant (193); et in motu æquabili tempora sunt in ratione compo-

sita ex directa spatiorum, et reciproca velocitatum; retentis in casu præsenti denominationibus præjactis, ac temporibus periodicis corporum per T, τ designatis, erit $T : \tau :: \frac{R}{C} : \frac{r}{c}$, ubi spatiis, quæ sunt integræ peripheriæ, ipsorum radii substituuntur, qui ipsis sunt proportionales.

199 Theor. III. "Tempora periodica duorum corporum, quæ in trajectoriis circularibus moveantur, areas circa propria centra trajectoriarum proportionales temporibus describendo; rationem habent compositam ex directa velocitatum, et reciproca virium centralium."

Dem. Quoniam $V = \frac{C^2}{2R}$ (195), erit $2RV = C^2$, ac $R = \frac{C^2}{2V}$, atque etiam $r = \frac{c^2}{2v}$. Quare his valoribus in analogia art. præcedente inventa $T : \tau :: \frac{R}{C} : \frac{r}{c}$ substitutis, eruetur $T : \tau :: \frac{C^2}{2CV} : \frac{c^2}{2cv}$ sive $T : \tau :: \frac{C}{V} : \frac{c}{v}$, nimirum tempora in ratione composita ex directa celeritatum, et reciproca virium centralium.

200 Corol. 1. Hinc etiam eruitur, vires centrales esse in ratione composita ex directa velocitatum, et reciproca temporum periodicorum: nam si $T : \tau :: \frac{C}{V} : \frac{c}{v}$ erit $\frac{Tc}{v} = \frac{\tau C}{V}$ ac proinde $TcV = \tau Cv$; et $\frac{cV}{\tau} = \frac{Cv}{T}$ atque ideo $V : v :: \frac{C}{T} : \frac{c}{\tau}$.

201. Corol 2. Si vires centrales reciprocè proportionales fuerint quadratis distantiarum, sive quadratis radiorum trajectoriarum, scilicet $V : v :: r^2 : R^2$, qui casus est attractionis Newtonianæ, erit $\frac{C}{T} : \frac{c}{t} :: r^2 : R^2$ (præc.) atque inde $\frac{CR^2}{T} = \frac{cr^2}{t}$, atque etiam $CR^2 t = cr^2 T$; unde $C : c :: r^2 T : R^2 t$, atque ad quadratum terminos elevando $C^2 : c^2 :: r^4 T^2 : R^4 t^2$ (Math. 211). At ex demonstratis articulo 197, $V : v :: \frac{C^2}{R} : \frac{c^2}{r}$, quod in casu præsenti exhibet $r^2 : R^2 :: \frac{C^2}{R} : \frac{c^2}{r}$; unde $\frac{r^2 c^2}{r} = \frac{R^2 C^2}{R}$, sive facta divisione $rc^2 = RC^2$, atque indè deducta analogia $C^2 : c^2 :: r : R$ (Math. 202). Quare $r : R :: r^4 T^2 : R^4 t^2$, et $rR^4 t^2 = Rr^4 T^2$, sive $R^3 t^2 = r^3 T^2$, et deducta proportione $T^2 : t^2 :: R^3 : r^3$. Itaque in casu attractionis Newtonianæ quadrata temporum periodicorum proportionalia sunt cubis distantiarum sive radiorum trajectoriarum.

202 Hactenus vim centralem consideravimus; quatenus inducit, aut inducere conatur determinatam velocitatem in quamlibet corporis particulam seorsim acceptam, quin integram massam perpenderimus. Quod si vim centralem quatenus producentem determinatam celeritatem in quamlibet corporis particulam, eamdem in totum corpus transfundere, considerare velimus, quod proinde corpus hac

velocitate motum, vim motricem eo majorem acquirit, quo non solum velocitas, sed massa etiam major est: uno verbo, si per vim centralem V vim motricem ab ipsa in corpore productam concipere velimus, loco V substituere oportet $\frac{V}{M}$; quia quum per V vis motrix indicetur, quæ productum est velocitatis in massam M corporis ductam, necesse est ut dividatur hæc vis V per massam corporis M, ut vis applicata singulis corporis particulis ostendatur; et quæ $= \frac{C^2}{2R}$ inventa fuit art. 195: quare $\frac{V}{M} = \frac{C^2}{2R}$, ac proinde vis centralis motrix $V = \frac{MC^2}{2R}$; quæ quidem æquatio theoremata omnia comprehendit, quæ à physicis experimentalibus de viribus centrifugis proponi solent.

203 Et quidem si duo corpora invicem comparentur, retentis ut supra denominationibus V, C, R, ac v, c, r, quibus vires, celeritates, ac spatia in utroque corpore designentur, eorumque massis per M, m designatis; habebimus ex præjactis principiis $V : v :: \frac{MC^2}{R} : \frac{mc^2}{r}$, seu vires centrales motrices in ratione composita ex directa massarum, directa duplicata celeritatum, et reciproca radiorum trajectoriarum. Hinc si trajectoriæ æquales fuerint, sive $R = r$, erit $V : v :: MC^2 : mc^2$; scilicet vires centrales in ratione composita ex directa massarum, ac directa duplicata celeritatum; quæ

celeritates si etiam æquales forent, esset $V : v :: M : m$, vires nimirum centrales massis proportionales.

204 Quod si in æstimatione virium centralium loco velocitatum ratio temporum periodicorum haberi oporteat, observandum est, quod quum sit $V : v :: \frac{MC^2}{R} : \frac{mc^2}{r}$, erit $\frac{Vmc^2}{r} = \frac{vMC^2}{R}$, ac proinde $VmRc^2 = vMrC^2$, unde deducta proportione $C^2 : c^2 :: VmR : vMr$. At supra ostensum est (198) $T : \tau :: \frac{R}{C} : \frac{r}{c}$, quare $T^2 : \tau :: \frac{R^2}{C^2} : \frac{r^2}{c^2}$ (Math 211) ac $\frac{T^2 r^2}{c^2} = \frac{\tau^2 R^2}{C^2}$; atque exterminata fractione $T^2 r^2 C^2 = \tau^2 R^2 c^2$; unde deducta proportione $C^2 : c^2 :: \tau^2 R^2 : T^2 r^2$. Quapropter erit $VmR : vMr :: \tau^2 R^2 : T^2 r^2$, ac propterea $VmRT^2 r^2 = vMr\tau^2 R^2$, seu $VmT^2 r = vM\tau^2 R$, et $\frac{Vmr}{\tau^2} = \frac{vMR}{T^2}$, ac demum $V : v :: \frac{MR}{T^2} : \frac{mr}{\tau^2}$. Quamobrem generatim disserendo, vires centrales motrices sunt in ratione composita ex directa massarum, ac radiorum trajectoriarum, et reciproca duplicata temporum periodicorum: quæ tempora periodica si æqualia ponantur; erunt vires centrales in ratione composita directa tam massarum, quam radiorum trajectoriarum: pariter si tempora periodica ac massæ sint æqualia, vires erunt ut radii trajectoriarum; qui si æquales temporibus periodi-

cis supponantur, vires erunt ut massæ.

CAPUT QUINTUM.

De gravitate universali.

205 Gravitatis nomine frequentius intelligimus vim illam, qua corpora ad terram tendunt; perinde quasi cetera, quæ extra globum nostrum versantur, aut nullo modo invicem gravitarent, aut tellurem velut centrum respicerent. Præjudicium hoc à sensibus haustum, quibus omnia, quæ nos circumstant, in globo quidem nostro ad ipsius centrum dirigi experimur, quæ autem extrà ipsum existunt, circum ipsum ferri nobis videntur; ratio ipsa, ac observationes astronomicæ, maximè ab inventione telescopii factæ, prorsus ejurant. Nam planetæ omnes majores circa solem torquentur; minores circum proprios planetas volvuntur; stellæ etiam fixæ, quæ extra æquatorem sitæ sunt axem quidem telluris circumcire videntur in circulis ad æquatorem parallelis, ipsius tamen centrum nullo modo affectant: imò quæ ad polos jacent, ab ipso toto cœlo aberrant.

206 Verum ante omnia gravitatem à pondere secernere oportet. Gravitas enim prout sensus nostros afficit, est vis, quæ singulas materiæ particulas deorsum compellit; pondus verò et ipsa gravitatis singulorum elementorum summa, vel aggregatum, à quibus pondus definitur. Hinc rectè dixeris omnia corpora æquè gravia esse; minimè verò æquè pondero-

sa: quod rationem suppeditat phænomeni ab inventione machinæ Boileanæ, quam pneumaticam dicunt, observati; à ratione tamen jam à temporibus Lucretii prævisi (lib. 2, v. 225), à quo fortassè ex recentioribus primus derivavit Galilæus: in vacuo scilicet omnia æquali velocitate descendere.

Quod si fortè aliquis credit graviora potesse,
Corpora, quo citiùs rectum per inane feruntur,
Incidere è supero levioribus, atque ita plagas
Gignere, quæ possint genitales reddere motus,
Avius à vera longè ratione recedit.
Nam per aquas quæcumque cadunt, atque aera deorsum,
Hæc pro ponderibus casus celerare necesse est;
Propterea quia corpus aquæ naturaque tenuis
Aeris haud possunt æquè rem quamque morari,
Sed citiùs cedunt gravioribus exsuperata.
At contra nulli de nulla parte neque ullo
Tempore inane potest vacuum subsistere rei,
Quin sua, quod natura petit, concedere pergat.
Omnia quapropter debent per inane quietum
Æquè ponderibus non æquis concita ferri.

Nam vis gravitatis constans est, ac in singula materiæ puncta æqualibus temporibus æqualiter agit; unde quemadmodum parvus et magnus currus, si æquis motibus traherentur, æqualibus temporibus æqualia spatia conficerent; ita duo quæcumque corpora, cum per inane gravitate trahantur paribus momentis, pavimentum simul attingant necesse est. Inæqualitas descensus per medium resistens à flui-

dorum diversa resistentia provenit, ut suo loco exponetur.

207 Prop. I. "Omnia corpora tam cœlestia, quam terrestria; in quibus aut experimenta capere licet, aut observationes instituere, gravitatem esse universalem materiæ legem, ostendunt." Nam quin de corporibus crassioribus in tellure existentibus loquamur, quibus nullus jam dubitat gravitatem inesse; levissimus etiam aer, fluida elastica etc. ab experimentis gravia esse noscuntur, ut suis locis exponetur. Ac de aere quidem nemo jam in controversiam descendit, quum in barometris, quæ machinamenta sunt satis omnibus nota, aeris pressio manifestissima sit. Ceterum omnia corpora planetarii systematis in solem gravitare, ex ipso motu curvilineo, quo circa ipsum torquentur, planè deducitur. Motus enim ejusmodi à duabus viribus simul agentibus, centripeta nimirum et centrifuga, provenire supra demonstravimus (189). Neque enim eas distantias, respectusque æquales ad solem observarent in suis revolutionibus planetæ, nisi ipsum tamquam centrum respicerent, atque ex astronomicis observationibus, circum solem motus cœlestes planetarum fieri, legitimè deducimus. Quin etiamsi versus solem minimè tendere gratis concederemus; saltem circa tellurem moveri quotidiana astrorum apparente revolutione, qua nostri sensus illuduntur, concedamus oportet: quum aliud nullum revolutionis centrum præter terram appareat, ad quod hujusmodi motus referantur. Quocirca quum supera,

inferaque omnia accessum quemdam manifestent ad aliquod communem centrum; gravitatem universalem esse naturæ legem, non injurià deducimus, ac in demostratis habemus.

208 Prop. II. "Verisimilius est gravitatem esse legem singula materia puncta afficientem; ita ut gravitas, quæ in majoribus corporibus observatur, eadem proportione servata, quodlibet elementum afficiat invicemque gravitare compellat." Prob. Nulla ratio sufficiens apparet, cur quædam corpora versus alia graviten, alia non item: aut enim externa impulsione ad id compelluntur, ut placuit Cartesio, aut proprietate quadam materiæ intrinseca; vel demum generali Auctoris naturæ decreto sapientissimè id decernentis ad rerum compagem ordinemque servandum. Quocumque te vertas, nulla ostendi potest ratio, cur hanc quantitatem materiæ vortex Cartesianus secum rapiat, illam intactam relinquat; majora corpora ad centrum vorticis propellat, minora non item, in massam integram agat, ipsius elementis intactis. Quod si attributum sit materiæ, omne id, quod materia est, debet afficeret, quacumque tandem mole contineatur. Demum si legem statuis, quam ab effectis deducis; quum effectus hic constans sit, ibique manifestetur, ubi distantia minora corpora ad majora accedere permittit, similius verò videtur, omnia materiæ puncta, si æqualibus distantiis collocarentur, in unum orbem conventura.

Quem dixere chaos, rudis, indigestaque moles,
Nec quicquam nisi pondus iners, congestaque eodem
Non bene junctarum discordia semina rerum...
Quæ postquam evolvit, cæcoque exemit acervo,
Dissociata locis concordi pace ligavit. *Metam.* 1.

Ea nimirum Deus certis inter se distantiis collocando, ac majoribus globis motus projectionis imprimendo. Quin etiam solem cum suis planetis tamquam satellitibus circum aliud centrum convolvi, existimavit nuper Lambertus, astronomus ex Alsatia. Sed de hoc aliàs.

209 Prop. III. "Gravitas universalis ex eo, quod ex terrestri gravitate per analogiam deduci potest, sequitur rationem directam massarum, et inversam quadratorum distantiæ corporum gravitantium." In exemplum magis, quam in probationem, tironum gratia, assumo diffusionem lucis, ab aliquo puncto in ratione inversa quadratorum distantiæ se propagantis. Sit corpus A (fig. 10) lucidum, quod in centro A locatum collustret luce sua cavam sphæræ superficiem modò minorem BCD., modò majorem FGE; manifestum est, quæ lucis quantitas in una collustranda insumitur, eamdem insumi et in altera collustranda: ergo unicuique majoris superficiei parti tanto minus lucis continget, quam unicuique parti superficiei minoris, quanto est illa præ altera major. Ex quo apparet lucis intensitatem eo minorem fieri, quo major evadit superficies, atque adeò eamdem sequi reciprocam superficierum rationem:

At ex geometria habemus sphæricas superficies esse in ratione duplicata radiorum (Math. 380): ergo lucis intensitas sequitur rationem reciprocam duplicatam radiorum, seu distantiarum. Eodem pariter modo corpus, quod ponatur in A, gravitabit in corpora, quæ in extremitatibus radiorum C, G; aut B, F; vel D, E existunt. Concipi enim potest gravitas veluti qualitas uniformiter diffusa è centro corporis gravitantis, quemadmodum lux emanans è radiantis corporis centro intelligitur; quod utrum sit veritati conforme, suo loco discutiemus. Hypothesis hæc, explicandi gratia assumpta, nullam qualitatem occultè agentem inducit: at effectus tantum designatur, à causa inibi agente productus, qui massarum directam, distantiarum autem inversam rationem procul dubiò sequitur: ut ex seq. demonst. clarius elucet.

210 Prob. 2. Gravitas lunæ versus terram, posita ejus distantia æquali 60 semidiametris terrestribus, est ad ejus gravitatem, si in superficie telluris moveretur, ut quadratum 60 ad quadratum unius semidiametri terrestris; sive ut 1 : 3600. Corpus nimirum in superficie telluris versus terræ centrum ter mille sexcenties plus gravitat, quam si ad lunæ distantiam statueretur: atqui hæc ipsa ratio est inversa quadratorum distantiæ, nam massa eadem est, quæ utrobique ponitur. Jam vis centripeta est ipsamet gravitas, seu quantitas motus, quam luna haberet, si versus terram vi gravitatis descenderet; eamque in distantia media à terra consideramus; in qua vires centrales perinde

in ellipsi, atque in circulo computantur. Hinc vis centripeta lunæ æqualis est sinui verso DP (fig. 9), dum per arcum minimum DM suæ orbitæ DAB circum terram C movetur (191); quod spatium minuto primo, seu 60″ conficere ponamus. Constat autem ex astronomia sinum DP = 15 pedibus circiter esse in orbita lunæ circum terram se torquentis. Instituatur igitur hæc proportio per regulam auream: si in distantia 60 semidiam. terrestrium gravitas lunæ intra 60″ versus terram 15 ped. ipsam impellit, quis erit ejusdem gravitatis effectus spatio unius secundi? Quadrata temporum hic adhibenda sunt, quum spatia decursa hîc comparentur, quæ sunt ut quadrata temporum (infrà 226). En igitur proportionem:

$$60''^2 : 15 :: 1''^2 : x\text{; adeòque } x = \frac{15}{60''^2}$$

Habemus itaque ad distantiam 60 semidiam. terrestrium effectum gravitatis esse $= \frac{15}{60}''^2$: quis ergo erit ad distantiam unius semidiam. terrestris, sive in superficie telluris? Ut per regulam auream hoc deducatur, quadrata distantiarum sunt adhibenda in ratione inversa, si stat veritas in propositione enuntiata, sive $1^2 : \frac{15}{60''^2}$ $:: 60^2 : x = \frac{+15 \times 60^2}{60}$ (Math. 50) $= \frac{15 \times 3600}{3600} = 15$ ped. Veritas hujus deductionis demonstrabitur infra, ubi de descensu gravium in superficie terrestri; constat enim ab experimentis sæpius institutis, gravia des-

cendentia in superficie telluris vis gravitatis $15 \frac{1}{10}$ ped. decurrere.

211 Hæc demonstratio hac etiam methodo proponi posset, quam Newtonus invenit. Ex periodico tempore lunæ, quæ 29 diebus, 7 horis, 43 min. revolutionem suam absolvit, deducunt astronomi arcum DM (fig. 9) uni minuto primo respondentem, quam proximè 33″ æqualem esse, hac instituta proportione: ut totum tempus periodicum, in minuta prima resolutum, ad totam orbitam lunarem, seu ad 360 gradus; ita 1 minutum ad arcum DM. Hic autem est mensura anguli DCM = 33″, cujus DP est sinus versus. Ex quo hæc altera propositio resultat: ut radius ad sinum versum 33″, ita DC ad DP. Jam in hac proportione primus et secundus terminus ex tabulis seu canone trigonometrico eruuntur, tertius terminus sunt 60 semidiam. terrest. media lunæ à tellure distantia, quartus denique effectum gravitatis uni minuto primo respondentem indigitat = 15.

212 Opponit quidam recens auctor: si in statera duo pondera inæqualia collocentur in ratione distantiarum ponderibus reciproca, ex. gr. si ponderum massæ sint in ratione 3 : 2, distantiæ sint ut 2 : 3 à centro motus, in æquilibrio consistunt: ergo gravitas non rationem quadratorum, sed simplicem inversam distantiarum sequitur. R. *conc. ant.*, *nego cons.* In casu figurato pondera collocata sunt in eadem à centro telluris distantia, adeoque nisus gravitatis tantum sequi debet massarum proportionem; quæ quidem certè inæqualis est. Ille

alter motus in jugo stateræ considerari potest velut genitus à duabus viribus applicatis ad majorem et minorem vectem; in qua quidem machina vires in ratione longitudinis vectis sive distantiæ ab hypomochlio agunt, atque à majore velocitate, quam in diversis punctis pro ratione distantiarum ab hypomochlio pondera acquirunt, eorum vires computantur. Quamobrem si inæqualitas virium reciproca est cum magnitudine vectis seu distantiæ ab hypomochlio, effectus æquales erunt: et hinc oritur æquilibrium in statera ponderibus inæqualibus in reciprocis distantiis collocatis. Ex quo perspicuè, ni fallor, sequitur, nihil ex adducto phænomeno contra theoriam gravitatis, in inversa ratione quadratorum distantiæ agentis, deducitur. Quippe motus in statera est artificialis, ipsiusque centrum: centrum universalis gravitatis non existit, perindeque hoc argumentum theoriam expositam conficit, ac istud: Si vir, et puer viribus in ratione 3 : 1 ad vectem applicentur reciprocè ab hypomochlio distantes, idem pondus elevabunt: ergo gravitas non sequitur rationem quadratorum, sed simplicem inversam distantiarum à centro motus. Vide infrà in Statica dicenda.

213 Prop. 4. "Gravitas universalis per vortices cartesianos explicari non potest." Magno doctrinæ apparatu Cartesius suam hypothesim proposuit, quo sanè magnum se geometram, acrique ingenio præditum omnibus probavit; vorticum tamen existentiam paucis, iisque illius temporis hominibus, persuasit. Materiam quam-

dam subtilissimam vir ille ingeniosus excogitavit, quam circa terram, imo per universum, qua latè patet, orbem vorticoso motu agitari jussit, ac circum axem terræ ceterorumque systematum convolvi; eoque motu à vi centrifuga concepto corpora terrestria versus terram, aliaque ad propria centra detorquere conatus est, secundum directionem vis centripetæ vi centrifugæ oppositum. In exemplum advocant cartesiani corpora in fluido quocumque motu circulari agitato, in quo leviora magis à centro remota feruntur, densiora ad centrum proximè torquentur, quippe illa majore vi centrifuga, minore centripeta urgentur, contra atque densioribus usuvenit, quæ idcirco vortex ad centrum terræ trudere debet. Jam ut paucis rem concludamus, si vera esset hypothesis cartesiana, corpora non ad centrum terræ, sed ad ejus axem ferrentur, contrà ac experientia nos docet. Nam vortex circum terram actus, pro centro habet axem telluris, ut stellæ in motu apparente cœlorum quæ circum telluris axem torqueri videntur. Itaque in polis terrestris orbis nullum corpus descenderet, etiamsi in altum projiceretur, quoniam in centro motus esset collocatum.

214 Ut huic objectioni obviam iret Hugenius, vorticis motus per circulos maximos sphæræ terrestris aut cujuscumque systematis excogitavit, quod nescio an cum legibus motus componi queat. Quomodo enim concipi potest hujusmodi vortices sese ad angulos omnis generis secantes in perpetuo motu consistere posse,

quin in suis directionibus deturbentur, aut se invicem destruant? Hoc sanè majus mysterium mysterio gravitatis esset, quod explanare intendit Hugenius. Itaque hypothesim Bulfingerus reformans, versus duos axes materiam subtilem moveri posuit, quorum alter sit ipse terrestris, alter diameter quædam æquatoris, ac ex motu ab his duobus composito corpora versus terram flecti deduxit, ne ad axem à motibus parallelis componerentur. Sed hujusmodi curvam ab his duobus motibus provenientem, non quæ usus erat ad rem, sed aliam ad sextum ordinem pertinentem esse demonstrat Boschovichius; Jacquierius autem figuræ 8 similem esse deducit.

215 Aliam init viam novissimus ille auctor, quem supra memoravi, ut gravitatem explicet, postquam omnes vias cartesiani systematis fulciendi tentaverat: satis, ait, esse, quod omnia corpora, quæ centrum telluris respiciunt, undequaque premantur aliis corporibus, quæ in universi machinam ingrediuntur. Hoc autem posito, insistit ipse, corpora omnia circa tellurem posita ad centrum ipsius telluris propellantur, necesse est; quod quidem undequaque vi æquali premitur, et urgetur. Quapropter corpora, quæ graviora sint, centro viciniora esse debent: contra vero quæ leviora sunt, et minorem specificam gravitatem habent, ab ipso centro magis recedunt. Constat id quidem experimentis omnibus. Posita namque æquali pressione, quo graviora sunt corpora, deorsum truduntur; leviora autem attolluntur, et recedunt facillimè, et extremitates occupant. Ex quo

palam fit, qua ratione gravitationes, et attractiones ad telluris centrum explicari possint, et totius naturæ universale principium. = Enimvero si ut ad rem usus est, hujusmodi pressio fluidi cujusdam, puta materiæ subtilis, esse ponatur; fluidorum pressio non rationem quantitatis, sed voluminis sequitur; adeoque corpora eo brevius descenderent, quo majore volumine donarentur. Demum in vacuo Boyleano descensus corporum non esset æqualis: fluidum enim premens magis incitaret ad casum voluminosiora corpora, quandoquidem in grandiorem superficiem majorem exereret actionem. Sed de his satis.

216 Opponunt. Omnia in physica mechanicè fluunt, ac mechanicè explicari debent: hoc autem fit per vortices cartesianos, maximè post hypothesis reformationes, in quibus dura quædam à Cartesio inventa, quoad fieri possunt, emolliuntur per Leibnitium, Hugenium, Bulfingerum cet. ergo, ne Deo omnia tribuamus, tamquam causæ immediatæ, ad vortices confugiendum est. R. Aut materia subtilis gravis est, aut absolutè levis? Quodcumque tetigeris, ulcus est. Nam si gravem dixeris, à quo tandem illius gravitas provenit? Quod si levem asserueris; vim igitur centripetam habere non potest, ruitque vorticosus ille motus, qui per curvam descriptus, à vi centripeta agatur, oportet (184). Neque recursus ad superiores vortices aliquid juvat, qui materiam subtilem reprimentes, per curvam inflectant, vim ipsi centripetam imprimendo. Opus enim esset, in infinitum proce-

dere ab uno in alium vorticem sine fine; nisi illos intra crystallinam sphæram incluseris, ut olim Tolemaici sphæras cœlestes. Planum namque est, ultimos vortices ab aliis non flecti, unde difficultas semper remanet, nescio, an unquam enodanda. Ex quo perspicuè fluit, parum juvare cartesianos vortices tritum illud axioma, *mechanicè philosophandum*; quod quidem ad certos usque limites ostendendum est: *nam id arbitror apprimè in vita esse utile, ut nequid nimis.* Motus sanè materiæ subtilis mechanicus non est: ac si illum etiam ab alia causa deducere placuerit, in id tandem deveniendum, ut non à materia, sed à supremo Motore motus incipiat; nisi monades inducere velis, motum ab intrinsecis attributis habentes.

Quod ad *radiationes* Leibnitii attinet, qui, ut erat vir hypotheseon feracissimus, ut descensum in vortice ad centrum converteret, quod ad axem fieri debebat, motum alium è centro ad circumferentiam commentus est per radios vorticis, quo à centro ad peripheriam vorticilli (nam majores vortices vorticillis implet) propellantur, sicque corpora ad centrum protrudant: ad hæc, inquam, quæ ex se ruunt, nihil aliud dicendum occurrit, nisi gratis hæc asseri sine ulla probatione, nec addendum judico, quod Bernullius Joannes opposuit, fluidum undequaque conclusum, et à centro ad peripheriam impulsum, quiescere juxta leges æquilibrii oportere; aut quod alii animadverterunt, ad circumferentiam potiùs quam ad centrum hanc radiationem pellere corpora debere. Hæc, in-

quam, et alia, quæ facilè congeri possent, mittenda existimo, quum hypotheses ejusmodi hoc uno argumento confutentur: *prob.* Indubium enim est, plura comminisci ingenium posse, quibus utcumque ad descendendum corpora determinentur. In exemplum esto hypothesis illa Newtoni, cujus meminit Jacquierius, quam ex litteris ad Boyleum ejusdem Newtoni exscripsisse testatur. Subtilissimum ponit ætherem ex particulis mole diversis per gradus indefinitos formatum; assumit deinde in corporum poris minus ætheris crassioris contineri; quam in spatiis liberis; proindeque aeris regionem magis ætheris crassioris refertam, quam tellurem et corpora in ipsa contenta. Crassiora deinceps strata ponendo ejusdem ætheris, quo magis à terra recedunt, ac rariora dum ad centrum proximiora sunt; fiet, ut corpora, quæ ponantur in aere suspensa, aut in ipsa superficie telluris posita, quum ætheris inferioris particulæ subtiliores sint, locum cedant corpori, ipsumque descendat. Aliæ qualitates fingi posset in æthere, quibus descensus corporum utcumque explicarentur: quibus tamen nihil aliud philosophia proficeret, quam ut numerum opinionum augeret: physicarum autem notionum ac germanæ philosophandi methodi utilitate privaretur.

217 Quod si tandem à me quæras, quid demum de gravitatis causa sentiam? Respondeo, "nihil tam temerarium, tamque indignum philosophi gravitate atque constantia, quam aut falsum sentire, aut quod non satis exploratè perceptum sit, et cognitum, sine ulla dubita-

tione defendere." (*Cic. de Nat. lib.* 1, *c.* 1.) Dum melior lux physicæ non affulgeat, ut gravitatis causa detegatur, illam à Dei decreto provenire non renuo, quò omnia materiæ elementa invicem gravitare jussit; è qua simplicissima lege, altera projectionis addita, corporibus cœlestibus eum motum imprimendo, quo curvas ellipticas circum commune gravitatis centrum describerent; mirabilis ille ac perpetuò fluens motus curvilineus temperatur, quo universi partes invicem accedunt, ac recedunt; mirabilique proportione, ut infinitè sapientem Geometram, si Deo cum Leibnitio hoc nomen applicare fas est, decebat; et sic omnia in numero, pondere, ac mensura disponuntur.

CAPUT SEXTUM.

De gravitatis terrestris phænomenis.

218 Gravitas vel absoluta est, vel relativa: prima est gravitas ipsa sine respectu ad alia corpora; relativa, ex collatione cum aliis corporibus definitur. Hinc levitatis notio ortum duxit: nam illa, quæ cum aliis collata minus gravitant, levia dicuntur: non quod existat corpus ullum gravitate destitutum, verum quia alia aliis graviora quum sint, quæ minus gravia sunt, levia dicuntur. Omnium instar sit aer, qui levis habetur, eo quod reliquis corporibus, sensus nostros afficientibus, levior apparet, quum ceteroqui gravem esse, certo certius sit.

219 Triplex corporum centrum distinguimus, *magnitudinis* videlicet seu *figuræ*; *gravi-*

tatis seu *ponderis*; et *gravium*. Centrum magnitudinis figuram corporis in duas partes æquales dividi, etiamsi altera alteram pondere superet: quod non evenit in centro ponderis, seu puncto illo, ex quo si suspendatur corpus, immotum manet, quamvis partes inæqualis magnitudinis sint. Unde perspicuè deducitur, si plano quoquam (Math. 384) corpus secetur secundum centri magnitudinis directionem, in duas partes magnitudine æquales divisum iri; quod si id fiat planum ducendo per centrum gravitatis, in duas partes pondere æquales secabitur. Denique centrum gravium est illud, quo omnia gravia tendunt, ut est centrum telluris, ad quòd omnia terrestria diriguntur. Ejus directio est linea verticalis, id est linea recta plano horizontali perpendicularis: quum omnia gravia descendentia ubique terrarum hanc directionem affectent, quod constanti experimento omnibus notum est.

220 Corol. Si corpus quodcumque in omnibus suis partibus æqualem densitatem habeat, magnitudinis et gravitatis centra congruunt: secus est, dum partes corporum inæqualis sunt densitatis, ut plerumque evenit; tunc enim ut habeatur æquilibrium, si corpus è puncto, in quo centrum gravitatis situm est, suspendatur, partes inæqualis magnitudinis utrinque animadvertuntur: dum vero è centro magnitudinis appenditur, semper movetur, nisi impedimento aliquo detineatur. Omne igitur corpus cujus centrum gravitatis quiescit, in quiete existit, etiamsi aliquæ ejus particulæ in motu sint, ut in homine sedente, cujus aliquod membrum mo-

veatur: contra verò si centrum gravitatis è loco deturbetur, totum corpus moveatur, necesse est; quod in navi, aut curru vectis usuvenit, etiam quiescentibus.

221 Linea horizontalis est illa, quæ ab uno puncto ad alterum horizontis ducta concipitur, cui si alia quæcumque ex alio ad aliud horizontis punctum perpendicularis ducatur, erunt in eodem plano (Math. 386), quod *horizontale* planum vocari consuevit. His opponitur linea, et planum verticale, quod est linea aut planum lineæ aut plano horizontali verticaliter perpendiculare. Planum horizontale habitatoris terrestris per ipsius plantas ad horizontem usque porrectum concipitur: verticale per verticem ductum alteri perpendiculare est. Per horum planorum intersectionem linea *directionis* gravium ducta intelligi potest è centro gravitatis ad centrum terræ pertingens, ac *gravitatis* etiam *directio* dici solet. In fig. 10, FE velut linea, aut planum horizontale concipi potest: GA tamquam linea aut planum verticale. His præmissis sit

222 Phænomenon 1. Omnia corpora extra superficiem terræ posita, sibi relicta ad centrum terræ per lineas horizontali plano perpendiculares descendunt; adeoque linea directionis seu gravitatis est recta, ducta à centro gravitatis ad centrum terræ, ac plano horizontali perpendicularis. Notandum tamen, centrum gravitatis et magnitudinis in terra non omnimodè congruere propter inæqualem utriusque hemisphærii densitatem. Ab ultimis siqui-

dem terræ circumvectionibus à Cookio præsertim ac Meares institutis, quum hemisphærium australe aqua penè obductum sciamus, cum septemtrionali maximam partem terra, ac montibus altissimis eminente, in æquilibrio densitatis esse non potest. Verum differentia in mole adeo magna, ut tellus nostra est; quæ etiam magnis hiatibus, et cavernis ad partem borealem abundare pro comperto habemus, quibus nonnihil inæqualitas compensatur; distantia utriusque centri adeo exigua habenda est, ut sensibiliter congruere existimandum sit.

223 Corol. I. Si globus terraqueus perforatus esset à polo ad polum, aut juxta cujuscumque diametri directionem, ac per foramen globus aliquis demitteretur, ad centrum terræ deveniens, nonnihil illud transgrederetur propter vim acquisitam in descensu, sed à gravitate retractus ad centrum, post aliquas oscillationes tandem in ipso quiesceret. Quod quidem intelligendum est, si globus per medium resistens, ut nunc fit, moveretur. Aliter enim à vi acquisita in descensu ad alteram globi extremitatem adduceretur, ad terræ centrum iterum descensurum vi gravitatis, atque ad alteram extremitatem vi acquisita iterum adducendum; sicque itus ac reditus perpetuò continuaret, veluti pendulum, quod in medio non resistente oscillaret. Homo etiam inibi existens ita collocaretur, ut utriusque, hominis scilicet, ac terræ centra congruerent; ac suspensus ibidem permaneret, quin fulcro aliquo sustentaretur. Ex his facile est corrigere præjudicia infantiæ, ob quæ

Antipodas concipimus veluti pedibus in cœlum versis: quum eadem positura incedant omnia in opposita globi parte, ac nos in plaga, ad quam degimus, compositi sumus.

224 Corol. 2. Parietes ac perpendicula, quæ nobis ad sensum parallela videntur, geometricè talia non sunt. Nam linea directionis gravitatis utriusque ad centrum terræ fertur, inibique concurrunt; quod lineis geometricè parallelis evenire non potest (Math. 285). Quum verò inclinatio adeo exigua sit, ut sensu discerni non possit, sine ullo errore sensibili pro parallelis usurpantur.

225 Phænom. 2. Gravia omnia liberè decidentia motum habent æquabiliter acceleratum: nimirum si corpus decidens primo instanti acquisivit unum celeritatis gradum, altero duos habebit, sequenti tres, et sic deinceps. Etenim altitudines à superficie terræ, ex quibus corpora decidunt, respectu habito ad telluris semidiametrum, adeò exiguæ sunt, ut actio gravitatis, quæ ex lege suprà exposita quadrato distantiæ à centro terræ proportionalis esse deberet; veluti constans et invariata censeri debeat, in quacumque à centro terræ altitudine, experimenta capere liceat, ad corporum casus examinandos. Posita autem in corporibus cadentibus invariata actione gravitatis, ab ea æqualem semper impulsum momentis singulis corpora decidentia sentire debent. Quum autem corpus vi inertiæ gradum motus, quem semel acquisivit, semper retineat; motus ex prioribus et posterioribus gradibus celeritatis

componetur. Hoc quod Galilæus ratione deduxerat, ac demonstraverat, sequentibus experimentis Bononiæ factis PP. Joan. B. Ricciolius, et Grimaldus, ambo è Soc. Jesu, confirmarunt. In turri Asinellorum 280 ped. rom. alta, intervalla pedum numeris satis conspicuis distinxerunt, qui ab attentis observatoribus discerni commodè possent, ut quum globi demitterentur, pedes decursos alta voce enuntiarent; dum observatores alii vibrationes penduli 10 minutis tertiis quamlibet oscillationem conficientis, simili voce indicarent, ut in adversaria referrentur. His ita constitutis, è summa turris fenestra demiserunt globum cretaceum unc. 8 rom. ponderis, cujus descensus cum vibrationibus collatus ita se habuit:

Vibrationes.	Pedes decursi.
5	10
10	40
15	90
20	160
25	250

226 Corol. 1. Divisis utrinque per primum terminum singulis summis, indicabunt tempora et spatia, ut in sequenti schemate:

Tempora.	Spatia.
1	1
2	4
3	9
4	16
5	25

Ex quo conficitur. 1. Spatia à gravibus in descensu percursa esse, ut quadrata temporum, quibus descendunt; quod tempora spatiis comparando, perspicuum est: spatiorum enim numeri numerorum temporum sunt quadrata. 2. Tempora esse in ratione subduplicata spatiorum, sive ut radices numerorum, quibus spatia exprimuntur; quod etiam de celeritatibus dictum habe. Hoc etiam ex altero experimento post primum ibidem instituto, ac per minuta secunda computato, denuo confirmatur. Nam demisso globo, spatia prodierunt ut sequitur:

Minuta sec. temp.	Spatia seu pedes.
1″	15
2″	60
3″	135
4″	240

Si spatiorum summam per primum terminum 15 diviseris, rursus prodibunt numeri 4, 9, 16 in quotiente.

227. Corol. 2. Spatia à gravi liberè cadente descripta, temporibus æqualibus, aliis deinceps post alia acceptis, sunt ut numeri impares 1, 3, 5, 7 etc. Animadvertendum quippe est, minuto 2″ non jam 60 summam esse illi respondentem, sed tantum 45; nam numeri in pariete descripti pedum rom. indicabant summam totalem intra tempus descensus; quare numeri superiores ab inferioribus subducendi sunt: ut summa cuique minut. respondens habeatur: 60 — 15 = 45; 135 — 60 = 75; 240 — 135 = 105,

quos numeros si per 15 diviseris, habebis quotos 1, 3, 5, 7.

228 Phænom. 3. Corpus sursum perpendiculariter projectum defertur motu eadem ratione retardato, qua in descensu ejus motus acceleratur. Nam acceleratur à gravitate, uniformiter ipsum ad terræ centrum detrudente; quumque gravitatis actio constans sit, eos gradus motus, quos in descensu corpori communicavit juxta directionem suam versus terræ centrum; directione contraria facta, ab eodem debet auferre. Quamobrem si corpus cadens ab altitudine pedum 240 velocitate acquisita retrocedat, ac per eamdem lineam directione contraria sursum ascendat; primo minuto secundo pedes conficit 105, secundo pedes 75, tertio 45, quarto 15, atque ita motus ejus uniformiter retardatus quatuor minuta temporis durabit, totidem scilicet, quot duraverat antea ejus motus uniformiter acceleratus.

229 Corpus à quavis altitudine liberè lapsum, tantam acquirit velocitatem, ut si ea velocitate æquabiliter deinde moveretur, per quamlibet directionem tempore æquali illi, quod insumpsit labendo, spatium conficeret duplum ejus altitudinis, à qua lapsum est. Hoc expertus est Atrood, duo corpora in trochlea mobilissima è longa trabe suspensa ad perfectum æquilibrium componens: ut autem alterum ad descensum determinaret, discum mobilem imposuit, quem primo pede trabis percurso deponeret. Planum est, reliquum spatium motu acquisito mobile conficere debuisse, quin gravitas in ip-

sum ageret: quippe in æquilibrio cum altero pondere existens, ab illo actio gravitatis elidebatur. Observavit igitur prælaudatus physicus, pondus post primum pedem à gravitate decursum, illius actione extincta, constanter duos pedes tempore eodem, quo primum confecerat, percurrisse: duplum nimirum spatium ejus, quod primo tempusculo descripserat. Animadvertendum tamen est, quod hactenus resistentiam aeris non consideravimus, à qua nonnihil impediri actionem gravitatis, quandoque etiam omnino extingui, ex infra dicendis, nedum ex his, quæ manibus palpamus, perspicuum fit. Constanti enim experimento sentimus motum nostrum ab aere retardari, eoque magis ab ipso impediri, quo majore velocitate incedimus, aut membra movemus. Quamobrem si mobile ex magna altitudine decidat, postquam motum primis instantibus uniformiter acceleravit, dum sensim quantitatem motus adauget, incipit acceleratio decrescere, donec tandem motus fiat uniformis, medii resistentia vim acceleratricem elidente.

230 Phænom. 4. Desagulierus coram Newtono, Hallejo, Grahamo, aliisque oculatissimis in rebus physicis, in templo D. Pauli Londinensi ex altitudine 272 ped. anglicorum globos diversæ magnitudinis ex vesica suilla formatos, ac intrà formam globi lignei ad perfectam rotunditatem conformatos, atque aere inflatos dimisit; quorum pondera, diametri, descensus ita se habuerunt:

Diamet.		Pondera.	Temp. descen.
Pol. 5 :	3 part. dec.	128 gran.	$14\frac{1}{4}$ min. sec.
5 :	193	156	$12\frac{3}{4}$
5 :	33	$137\frac{1}{2}$	$14\frac{3}{5}$
5 :	26	$97\frac{1}{2}$	$17\frac{3}{4}$
5 :		$99\frac{1}{8}$	17

Ex his planum est deducere, gravia, quo majore volumine, minoreque pondere donantur lentius descendere; majore existente pondere, minore volumine comprehenso, descensus velociores fore. Unde illa tardius in descensu ad motus uniformitatem perveniunt, quæ densitate majore pollent; idcirco in globis à Ricciolo demissis insensibilis fuit gravitatis seu vis acceleratricis diminutio. In globis autem plumbeis diametro duorum pollicum à Desaguliero ex prædicto loco demissis nulla diminutio accelerationis animadversa est; descenderunt quippe quatuor min. sec. cum quadrante; quo tempore 289 ped. anglos percurrere debuissent; quum nonnisi 292 esset altitudo. Fortasse etiam in his tentaminibus levis aliquis error ex his, quos humana parum natura cavit, irrepsit; ex quo illa 17 ped. diminutio in supputatione, magis quam ex aeris resistentia originem traxit. Verum indubium est ab aliis innumeris experimentis, gravitatis actionem à medii resistentia primum insensibiliter minui, deinde propemodum retardari, donec tandem omnino extinguatur. Frenichlius, referente Du Hamelio in Hist. Acad. Scient. globum ex medulla sambuci, quæ admodum levis est, diamet. 41 linearum è qua-

dam altitudine demissum usque ad 20 ped. motum accelarasse animadvertit; deinceps motu æquabili cursum confecisse. Quod tentamen cum fuisset repetitum; post 12 ped. motu accelerato confectus, æquabiliter descendisse, quantum oculis percipi poterat, prospexit.

Id autem ita contingere debere ratio etiam suadet. Nam corpus in fluido resistente motum singulis momentis fluidum impellit, ac propterea debet ei id ipsum accidere, quod in collisione corporum usuvenire novimus: nempe debet corpus de sua vi motrice amittere, ut motum continuare queat. Quo posito, sint globi duo volumine æquales, massa verò inæquales qui in fluidum decidant. Propter voluminis æqualitatem fluidum æquè resistet utrique; ideoque æquè uterque de sua motus quantitate amittet. Si ergo per P denotetur motus quantitas, quam amittit unus, denotabitur etiam per P motus quantitas, quam amittit alter. Jam verò motus quantitas est productum ex massa in velocitatem; quare si motus quantitas per massam dividatur, deducetur velocitas. Sit igitur M massa globi gravioris, *m* massa minus gravis: erit $\frac{P}{M}$ velocitas, quam amittit globus gravior, $\frac{P}{m}$ velocitas, quam amittit minus gravis. At si M est major quam m, erit $\frac{P}{M}$ minor quam $\frac{P}{m}$ (Mat. 45): ergo propter fluidi resistentiam minus de sua velocitate amittit globus gravior, plus verò minus gravis. At gravitas eamdem velocitatem

parit in utroque globo (206): in descensu igitur globorum per fluidum globo graviori plus, globo autem minus gravi minus de illa velocitate relinquitur, ideoque gravior citius, minus gravis tardius, movetur.

231 Phænom. 5. Corpus quodcumque horizontaliter projectum curvam describit CB (fig. 8) à duabus viribus productam, quarum una constans est, altera semper crescit, ab eaque spatia describuntur juxta seriem numerorum imparium 1, 3, 5, 7 etc., quod observare licet in ludo trudiculorum, dum per foramen globus eburneus expellitur, qui curvam designatam plus, minusve amplam, juxta impulsum à globo impellente receptum, describit. Id etiam in tormentis bellicis manualibus, aut muralibus notatu dignum est, ac artis *ballisticæ* fundamentum. *Parabolam* hujusmodi curvam dicunt mathematici (Math. 489), cujus notionem pro iis, qui sectiones conicas omiserint, prout ad rem præsentem attinet, hic damus. Præter ea, quæ articulo 182 et seq. de curvis genericè præmisimus, hæc pauca modò sunt recolenda. In figura 8 punctum C dicitur vertex parabolæ, CA ejus axis, GI, HK, AB ordinatæ in ratione 1, 2, 3, 4 etc. crescentes; CG, CH, CA abscissæ imparium numerorum 3, 5, 7, proportione divisæ. In hac abscissarum, et ordinatarum comparatione facile est proportionem inter ipsas intercedentem invenire: nam CG abscissa $=1$; ordinata GI $=1$, cujus quadratum $=1$: abscissa CH $=1+3=4$: ordinata HK $=2$, cujus quadratum $=4$: abscissa CA $=1$

+3+5=9; ordinata AB=3, ejus autem quad.=9 etc. sunt igitur abscissæ ut quadrata ordinatarum, quæ notio parabolæ genuina est (Math. 491).

232 Corol. Gravia quacumque directione projecta, quæ perpendicularis non sit, parabolam describunt. Esto (fig. 11) M punctum projectionis; MP ejus directio. Si gravitas non ageret, corpus per rectam MP motu æquabili incederet, spatia temporibus proportionalia decurrens: at verò à gravitate cum vi projectionis conjuncta, corpus curvam quamdam, ex. gr. M*br* describet. Assumantur in hac curva duo puncta, ut *b*, et *r*, ducanturque ab his punctis verticales *ba*, *rd*, quæ in directionem projectionis in duobus punctis *a*, *d* incurrant. Perspicuum est, quod dum corpus arcum curvæ M*b* describit, gravitate non agente, spatium M*a* in MP percurrisset: unde apparet, corpus ideo in *b* reperiri, quia gravitas, dum spatium M*a* confecisset, ipsum descendere compulit per quamdam minimorum spatiorum seriem, quæ simul formant spatium *ab*: quod pariter de quantitate M*d* dicendum venit, quam dum percurrisset corpus, gravitas per spatium *dr* ipsum descendere compulit. Jam M*a*, M*d* spatia sunt motu æquabili descripta, adeoque proportionalia temporibus, quibus corpus ea percurrisset, quæque in describendis arcubus M*b*, M*r* consumpsit: spatia verò *ab*, *dr* eisdem temporibus verticaliter à corpore vi gravitatis descripta, quadratis eorumdem temporum proportionalia sunt (226), ideoque etiam proportiona-

lia quadratis spatiorum M*a*, M*d*, quæ præfatis temporibus proportionalia sunt. Porrò ducatur per M verticalis MO, cui à punctis *b*, *r* in curva sumptis, ducantur rectæ *b*N *r*O parallelæ ad MP: quum sit MN=*ab*, MO=*dr*, ut etiam N*b*=M*a*, O*r*=M*d* (Math. 351), erunt abscissæ MN, MO curvæ à corpore descriptæ, proportionales quadratis respondentium ordinatarum N*b*, O*r*, ideoque curva erit parabolica.

233 Schol. Quando angulus à recta MP et linea horizontali factus 45 grad. fuerit, curvæ amplitudo maxima est, vi projectionis, et aliis circumstantiis eisdem manentibus. Amplitudines etiam horizontales duorum jactuum, æquè per excessum, aut defectum à 45 grad. distantium, æquales sunt, ceteris eisdem manentibus. Verum amplitudinem jactuum in tormentis exactè metiri, ita ut majore, qua fieri potest, vi ad scopum perveniat, maxima est artis ballisticæ difficultas; in qua èt pulveris nitrati qualitas, et quantitas quæ tempore explosionis accenditur, antequam de ore tubi exeat globus tormentarius, longitudo tubi, glandium magnitudo, ac rotunditas, compressio pulveris, internarum parietum lævigatio consideranda sunt: ex quibus omnibus simul pensatis effectus computandus est; quod experientia magis, quam præceptis acquiritur.

234 Phænom. 6. Gravia per plana inclinata descendentia motum etiam uniformiter accelerant. Sit planum inclinatum AD (fig. 12), per quod descendat mobile C. Planum autem

erit inclinatum, quoties non sit nec verticale, ut AB, nec horizontale, ut BD; majorque erit inclinatio, quo magis ad planum horizontale accedit, sive quo plani inclinati vertex minus distat ab ipso plano horizontali. Quare assumpto AD pro radio, sinus AB (Math. 443) erit mensura inclinationis plani AD: eodemque manente radio AD, quo minor fit AB, crescit inclinatio plani; atque adeo inclinationes erunt, ut sinus inversè. In gravi autem per globum C repræsentato, ex centro C ducta intelligatur CG, ejus gravitatem absolutam repræsentans, ac plano horizontali perpendicularis, quæ in duas vires resolvitur; altera CF plano inclinato perpendicularis, altera FG eidem plano parallela (178): vis, quæ directione CF agit, tota in plano premendo insumitur, adeoque nihil ad descensum confert. Tantum igitur restat vis æqualis FG, vi cujus ad descensum determinetur. Jam ob triangula rectangula ABD, CFG similia (Mathem. 338) FG : CG :: AB : AD, quæ proportio per totum descensum semper obtinet, eadem semper manente directione virium, seu gravitatis absolutæ CG, ac relativæ FG. Itaque gravitas relativa constans est, sive uniformis: ideoque motum uniformiter acceleratum parere debet.

235 Corol. 1. Ex dictis comparare licet descensus per diversa plana inclinata, ut sunt tria illa AD, AN, AM (fig. 12): ex puncto B demittantur perpendiculares ad prædicta plana; eodem tempore quo corpus descendit per planum verticale ex A in B, in plano AD perve-

niet in F, in altero AN erit in K, in AM descendet ad L, si ex puncto A eodem tempore demittantur. Nam gravitas absoluta CG est ad gravitatem relativam FG, ut longitudo plani ad illius altitudinem, quæ quum constantes sint, erunt ut velocitates eodem tempore genitæ. Jam triangula ABN, ABK sunt rectangula, atque adeo AK : AB :: AB : AN; scilicet AB ubique media proportionalis inter longitudinem plani ad spatium percurrendum tempore casus verticalis: idcirco AK erit ad AB ut velocitas per AK ad velocitatem eodem tempore genitam per AB, quum spatia percursa sint ut velocitates: spatia igitur AK, AB eodem tempore percurruntur. Eadem demonstratio tenet in puncto L plani AM, aut in quibuscumque aliis, diversis inclinationibus formatis. Ex quo planum est deducere, tempus impensum in descensu per AD, AN, AM esse ad tempus, ex quo cadit per lineam perpendicularem, ut longitudo plani ad ejus altitudinem seu lineam verticalem. Nam quum motus sit uniformiter acceleratus (præc.), erit ut quadrata temporum (226): ergo AN, ad AK, ut quadratum temp. per AN, ad quad. temp. per AK, seu AB; enimverò AN : AB :: AB: AK (Math. 338): et $AN^2 : AB^2$ :: AN : AK (Matth. 211); quadratum igitur temporis per AN, est ad quadratum per AB, ut AN ad AK, seu AB; atque adeo tempus descensus per AN ad tempus per AK seu AB, ut AN ad AB.

236 Corol. 2. In circulo ADBG (fig. 13), corpus descendens per quodcumque ex planis

inclinatis AL, AM, AH, AN; partem AD, AC etc. seu chordam ejusdem circuli percurreret eo tempore, quo per descensum perpendicularem totam diametrum AB transcurreret; seu brevius; corpus eo tempore descendet per chordam quamcumque circuli, quo per ejus diametrum horizonti perpendicularem; adeoque omnes chordæ eodem tempore percurruntur. Hoc perspicuè descendit ex demonst. præc. corol. Ex quo facilè deducitur methodus conferendi invicem, et cum descensu perpendiculari casus omnes obliquos per plana inclinata: altitudine nimirum perpendiculari, ut AB pro diametro assumpta circuli describendi, per cujus circumferentiam chordæ AD etc. diversæ inclinationis plana exhibebunt, ac proportione modò enuntiata reliqua deducentur.

237 Corol. 3. Tempora descensuum per quotcumque plana æqualis altitudinis sunt, ut eorumdem longitudines: nam tempus per AL (fig. 13) est ad tempus per AB, ut AL ad AB: pariter tempus per AH, est ad tempus per AB, ut AH ad AB; proinde tempus per AL ad tempus per AH, ut AL ad AH. Quod si ad duo plana æque alta AN, AM (fig. 12) à puncto B communis altitudinis AB ducantur duæ perpendiculares BK, BL, erunt velocitates in punctis K, L acquisitæ, planorum longitudinibus reciprocè proportionales. Nam ex supra dictis corpora demissa ex A eodem tempore perveniunt ad puncta K, L; quare velocitates in K, L sunt eodem tempore acquisitæ: at velocitates eodem tempore acquisitæ sunt, ut gravita-

tes, quæ eas genuerunt: ergo velocitates in K et L acquisitæ, sunt ut gravitates relativæ, quibus corpora per duo plana aguntur. Atqui hæ gravitates relativæ sunt reciprocè proportionales longitudinibus AN, AM planorum; ergo etiam velocitates in K, et L acquisitæ. Ex quo illud etiam deducitur, celeritates in punctis B, M etc. diversorum planorum æquales esse. Nam denotetur per V velocitas in K, et per v velocitas in L, eritque ex modò dictis V: v :: AM : AN; ideoque VAN=vAM. Quod si per X denotetur velocitas in N, et per Z velocitas in M, quoniam in motu uniformiter accelerato velocitates sunt in ratione subduplicata spatiorum, erit X : V in subduplicata AN : AK, idest X: V :: AN : AB; ideoque XAB=VAN et ob eamdem rationem erit Z : v in subduplicata AM : AL, idest Z : v :: AM : AB : ideoque ZAB= vAM. Si ergo VAN=vAN, etiam erit XAB= ZAB, quod fieri nequit nisi X=Z fuerit.

238 Corol. 4. Quum effectus gravitatis idem sit, sive perpendiculariter, sive obliquè cadat per planum inclinatum ex hactenus demonstratis; corpusque cadens, directione in oppositam conversa, iisdem viribus actum eodem ascendet, unde decidit (228); si corpus per planum inclinatum descendens, directione opposita sursum per idem planum feratur, æquali tempore ad punctum ex quo descendit, velocitatibus inversis ascendet. Tempora quidem descensus recti, et obliqui diversa sunt, plusque temporis impendit, ut per planum inclinatum in ratione longitudinis, seu minoris in-

clinationis plani, quam ut perpendiculariter descendat, in fine autem descensus, sive in punctis plani horizontalis velocitates æquales sunt; ut in præc. art. demonstravimus.

239 Corol. 5. Mobile igitur descendens (fig. 14) per planum inclinatum *ad*, aut successivè per plana *ab*, *bc*, *cd*; aut per arcum circuli *a b c d*; sive per curvam *m n o d*, quum ad punctum *d* pervenit, eamdem velocitatem obtinet, ac si per *h d* verticaliter descendisset. Plana autem hujusmodi velut minima, seu infinitesima, consideramus: nam si majora statuantur, in transitu ab uno in aliud planum nonnihil crescit celeritas in ratione, qua sunt sinus totus, et sinus complementi ejus anguli, qui à duobus planis *ad*, *cd* fit, ut Varignonius Galilæum corrigens demonstravit; atque ex eo Orlandus in notis ad Muschemb. Jam si grave postquam descendit, eadem velocitate retroactus ascenderet in altitudinem *a*, vel *m*, aut *h* perveniret, prout fuerit punctum ex quo descendit (præc.): ergo etiam in altitudinem æqualem *g*, si ex altitudine *a* dirigeretur: quod pariter de ceteris punctis dictum habe.

240 Corol. 6. Quod si tempora descensus computemus, brevius per *h d*, quam per *m n o d*; per hoc itidem spatium descendet celeriùs, quam per arcum *a b c o d*; quod itidem dicendum de hoc arcu respectu planorum *ab*, *bc*, *cd*; quemadmodum si hæc plana singillatim minora, cum majore *ad* conferas, citius per tria illa simul quam per brevius *ad* ad punctum *d* perveniet. Ratio hujus est, quia quo pla-

na minus inclinata sunt, magis ad lineam verticalem accedunt, adeoque in fine hujus descensus ea celeritate in aliud planum ingreditur, quam ad idem punctum verticaliter decidisset (237); hac velocitate auctus celerius conficiet alterum planum, quam si ex illo motus inciperet, et sic deinceps: idcircò citius plana *ab*, *bc*, *cd*; quam alterum *ad* conficiet: eoque velocius descendet, quo angulus à plano, et verticali factus, acutior fuerit, ut in angulo *b a p* respectu *d a p*, et in *n m r*, si præcedentibus conferantur, videre licet.

241 Schol. Cycloidem appellant curvam illam *m n o d*, quam feliciter accommodavit Hugenius ad horologiorum pendula, ut motus uniformis constanti lege haberetur. Hanc facilè describes curvam, si circulum AEFG (fig. 15.) ita volveris in plano AB, ut omnia circumferentiæ circuli puncta planum tangant, donec punctum A redeat in B. Et generatam cycloidem, cujus basis est planum AB; altitudo CD, quæ diameter est circuli generantis, et punctum *lineans* dicitur, à quo incipit circuli revolutio. Pulcherrimas, et utilissimas hujus curvæ proprietates demonstrant geometræ, quarum tres præcipuas solum indicabimus, quæ ad vibrationem penduli per illius arcus *isochroniam* demonstrandam sufficiunt. 1. Si circulus generator sub cycloidis axe statuatur, atque à quovis cycloidis puncto I ad axem recta IP ordinetur, peripheriam circuli secans in K, recta IK æqualis est arcui circulari KD. 2. Tangens IH ex puncto I cycloidis ducta us-

que ad axem in H, parallela est cordæ KD, quæ ex vertice D ad punctum intersectionis K demittatur. 3. Quilibet cycloidis arcus ID duplus est respondentis chordæ KD, adeoque semicyclois AID diametri dupla, et tota cyclois diametri quadrupla.

242 Motus oscillatorius ille est, quem habet corpus ex aliquo puncto suspensum, quod *pendulum* audit, ut C (fig. 16) si ad motum concitetur, ejusque itus, ac reditus ex B in *b oscillationes* dicuntur; ac si æquales sint, isochronæ; quare integra oscillatio ex itu, ac reditu componitur. Pendulum autem *simplex* est, aut *compositum*. Simplex est corpus aliquod, puta globus, è puncto aliquo suspensus filo, in quo nulla concipitur gravitas, nulla flexibilitas. Quod si plura corpora è filo pendeant, aut filum ipsum grave existat, ut semper est, pendulum erit compositum. Quare nullum est in rerum natura pendulum simplex; quæ tamen dicenda sunt, pleraque de pendulo simplici intelliguntur; concipiendo mobile oscillans, veluti planetas, quos nullum corpus cum centro motus conjungit. Centrum autem *motus* est punctum suspensionis A: *quietis* verò illud infinitum est C, in quo, motu cessante, perfectè quiescit; seu punctum lineæ verticalis à centro motus ad centrum terræ ductæ, ac per centrum gravitatis transiens. Si corpus è centro quietis ad punctum B deferatur, motu accelerato describet arcum BC (225), in cujus puncto C quiesceret, si nullam in descensu celeritatem acquisivisset; quum autem eam ibi-

dem à gravitate obtinuerit velocitatem, quam per planum inclinatum seu chordam arcus BC dimissus, ohtinuisset: eadem vi retardata in partem contrariam *C b* ascendet, iterum relabendum in C vi gravitatis, ac rursum ex C in B vi velocitatis acquisitæ in novo descensu. Nam in quocumque arcus puncto B motum consideremus, in duas vires resolvitur, directionibus BD, DE agentibus (234), quarum BD directione AD corpus impellens, nihil agit à filo seu centro motus retenta, seu cum ipso in æquilibrio constituta; solum igitur gravitate relativa DE mobile ducetur, quæ juxta tangentis directionem illud propulsat, atque ad punctum C evanescit: quiesceretque corpus, si à vi inertiæ motui jam impresso obedire non cogeretur. A celeritate ergo concepta, ad alteram arcus partem C *b* æqualem ascendet motu retardato (238), donec penitùs in *b* extinguatur. Verum eadem resolutione virium in hoc arcu considerata, corpus gravitate absoluta, quæ in duas similiter resolvitur directiones, ut BD, DE eodem modo sollicitatur ad descensum; semperque in hoc motu permaneret, nisi attritus in puncto A, resistentia aeris, ceteraque impedimenta motum extinguerent.

243 Corol. I. Quum ergo gravitas absoluta sit constans, erunt gravitates relativæ in diversis circuli punctis, ut sinus illorum angulorum BAC, quos facit directio fili AB cum verticali linea AC ducta per suspensionis punctum A. Si enim corpus oscillans sit in B, et gravitatem absolutam referat recta BE, exhibebit gravi-

tatem relativam recta BF = DE: assumpto autem BE pro radio, sinus anguli DE sinus DBE, ac DE ad BE, ut sinus anguli DBE ad radium (Math. 452).

244 Corol. 2. Si duo pendula per arcus similes BC*b*, ORS suas oscillationes perficiant, tempora oscillationum erunt in subduplicata ratione longitudinum (Math. 193). Nam tempora sunt in ratione subduplicata spatiorum, sive arcuum similium (226), qui sunt ut radii (Math. 370).

245 Schol. Quum ex longitudine penduli, elaterii, aut ponderis actione, rotarum majore aut minore resistentia, æquabilitas motus seu *isochronia* vibrationum dependeat; obtineri non poterunt vibrationes constanter æquales in horologiis per arcus circuli oscillantes. Nam frigus, aut calor in summo gradu contractionem, aut productionem in metallis, ex quibus pendula conficiuntur, necessario inducunt; ex quo, ut corol. præc. annotatum est, inæqualitas in motu oscillatorio proficisci debet; quum majores vibrationes minoribus aliquanto serius absolvantur; atque ex majore, aut minore penduli longitudine arcus prolixiores, aut breviores habeantur. Rotæ etiam lentore in frigida statione afficiuntur; ex quo minore vi incitatum pendulum breviores arcus describet, motusque procedet incitatior: contrà æstivo tempore rotæ solvuntur, et pendulum fortiore vi actum, prolixiores arcus metietur, atque ideò lentius procedet. Cui malo ut occurreret, Hugenius, arcus cycloidis circularibus substituit,

in quibus *isochronia* constanter obtinetur. Id ex prajectis cycloidis proprietatibus sic demonstratur. Sit cyclois (fig. 17) inversa ABC, ex cujus vertice B axis BL, et circa axem circulus generator LFB describatur. Ex quovis puncto cycloidis H ducatur tangens HK. Vis, qua grave in puncto H per longitudinem cycloidis HB descendens acceleratur, eadem est ac vis, qua per planum HK cycloidem in H contingens, idem grave incitaretur (239). Ducatur ex H ordinata ad axem HD, occurrens in F peripheriæ circuli genitoris; atque ex F demittatur ad infimum punctum B chorda FB, quæ tangenti HK erit parallela (241, 2): quare eadem vi accelerabitur grave in puncto cycloidis H, qua in puncto F plani inclinati FB ad descensum incitatur. Vis autem, qua per planum inclinatum FB grave acceleratur, est ad ejus vim absolutam, ut DB ad FB, seu ut FB ad BL. Pariter vis, qua grave incitatur in puncto cycloidis I, eadem est ac vis, qua per planum inclinatum GB descenderet: hæc autem est ad vim gravitatis absolutæ, ut EB ad BG, seu ut GB ad BL (236). Itaque vis, qua grave acceleratur in H ad vim, qua acceleratur in I, est ut FB ad GB, aut etiam ut 2FB ad 2GB, seu ex tertia cycloidis proprietate supra indicata, ut arcus HB ad arcum IB. Hinc vires, quibus grave per cycloidem acceleratur, sunt ut ejusdem curvæ longitudines percurrendæ usque ad imum punctum B. Ex quocumque igitur puncto H, I, etc. grave descendat ad B, eodem tempore illuc perveniet. Est autem tem-

pus, quo grave ex H in B descendit, ei æquale, quo ex eodem puncto B in altera cycloidis parte BC sursum attollitur usque ad eamdem altitudinem M, ex qua descendit: quamobrem integræ oscillationis tempus per HBM duplum erit ejus, quod per HB impendit: quod æquè de arcubus ABC, aut IBN dictum puta.

246 Quamobrem ut isochronæ oscillationes haberentur, è circulo ad cycloidem confugit Hugenius: difficultate superata, qua pendulum ad vibrationes cycloidales reduceretur. Hoc autem perfecit, cogendo pendulum ad ascensum per arcum cycloidis duabus laminis utrinque affixis (fig. 18) BD, BE, quæ curvaturam cycloidis perfectè referrent, juxta quam pendulum CF inflecteretur. Planum enim est, pendulum è puncto D descedens curvam DCFE dicto modo descriptum ire. Verum hæc praxis satis accurata esse non poterat, ob difficultatem inflectendi arcus perfectè cycloidales, ac pendulum ita flexile inveniendi, ut ad perfectam cum laminis conformationem deveniret in motu ab elaterio impresso. Idcirco theoria hæc magis ad scientias, quam ad artifices pertinere judicata est, ac novum inventum est artificium, quo *isochronia* in horologiis obtineretur: minimis scilicet oscillationibus per arcus circuli substitutis, quæ cum arcubus cycloidalibus confunderentur. Nam arcus *od* (fig. 14) tam cycloidi *mnod*, quam circulo *abcod* communis est; quæ congruentia major est, quo longius est pendulum; ac proinde idem est sive per arcus cycloidis, sive per circuli arcum pendu-

lum oscillet, dum vibrationes minimis arcubus respectu longitudinis penduli concludantur, quod ab ejusdem oblongatione obtinetur.

247 Corol. 1. Duo pendula ejusdem ponderis ac longitudinis oscillationes perfecte æquales debent peragere: unde si æqualitas absit, aut longitudo, aut pondera inæqualia sint, oportet. Hinc si idem pendulum diversis locis, aut temporibus oscillationes variet, ejus longitudo aut pondus variata erunt. Res ex se manifesta est, nec ulla indiget demonstratione. Tantum animadvertendum est, longitudinem penduli sumendam esse ab distantia centri motus ad centrum gravitatis; ex gr. in pendulo BA (fig. 18) longitudo esset à B ad punctum in quo corpus A cum filo BA tamquam gravi uno computato centrum oscillationis haberet.

248 Corol 2. Si pendula duo duabus diversis gravitatibus acta, fuerint isochrona, erunt gravitates, ut pendulorum longitudines. Nam arcus similes sunt spatia à mobilibus percursa, quumque eodem tempore percurrantur, vires accelerantes sunt in ratione spatiorum, seu arcuum à pendulis decursorum: sunt autem arcus similes in ratione radiorum, seu longitudinum pendulorum (Math. 370). Vide etiam dicta art. 244. Ex quo etiam eruitur, quod numerus vibrationum eo major est dato tempore, quo brevius est vibrationis unius tempus: unde numeri vibrationum sunt in ratione inversa subduplicata longitudinis pendulorum. Datis igitur duorum pendulorum longitudinibus, ac vibrationum numero determinato aliquo tem-

pore confectarum ab alterutro ex his pendulis, deducetur numerus oscillationum alterius eodem tempore hac analogia; long. pend. unius ad long. alter. ut quad. vibrat. noti ad quad. vibrat. incogniti: ac vicissim à numero vibrationum longitudo pendulorum simili analogia deducetur.

249 Phænom. 7. Gravitas terrestris variabilis est. Nimirum corpora magis gravitant versus terræ centrum in polis, quam ad æquatorem (Math. 397), excessu semper proportionaliter crescente, aut minuente prout ab æquatore ad polos, aut à polis ad æquatorem fit transitus. Phænomenon antea inauditum quidam casus detexit. Richerius anno 1672 ad *Cayenam* insulam observavit, horologium pendulo instructum, quod Parisiis ad motum diurnum stellarum conformaverat, ac adamussim 24 horis cum reditu ad meridianum ejusdem stellæ conveniebat, inibi loci serius oscillationes conficere, ita ut linea cum quarta parte pendulum minuendum ipsi fuerit, ut denuo ad stellarum motum conveniret: quod tandem à diminutione gravitatis propè æquatorem homo Physicæ non ignarus ingeniosè deduxit. Cayena quidem 4°, 55 latit. bor. ad æquinoctiali tantum distat. Chachinnis, ut solet in rerum novarum inventione à præjudicata Parisiensium opinione exceptus Bicherius primum fuit: deinde re maturius perpensa, suspicio incidit de figura globi terrestris, quam è globo in cylindrum seu ellipsoidem converterant Cartesiani, ne sphæroidem referret, si ad polos contractio-

rem, quam ad æquatorem, diametrum haberet.

250 Plurima hinc inde scripta, atque observationes circumferebantur, quæ à favore partium profectæ, quæstionem magis implicabant, ut fit, quam veritatem detegebant. Demum eo res devenit, ut velut auctoritate publica, lis dijudicanda censeretur. Ab observatione quidem magis quam ab ullo ratiocinio res erat conficienda: quæ si cavillationibus, ac oscitanter factis, ne dicam subdolis experimentis à rivalibus productis standum fuisset, etiamnum lis penderet, ac in contraria vulgus scinderetur. Institutis igitur peregrinationibus ad æquatorem, ac partes Europæ polo viciniores à sapientissimis viris munificentia Regis Christianissimi, Rege Catholico coadjuvante, ad eum certitudinis gradum controversia adducta est, ut pyrrhonicum agere oporteat, qui etiamnum de varietate gravitatis terrestris velit dubitare.

251 Et quidem tot observationibus à viris peritissimis exactis, hæc confirmata sunt; ut nulla alia in re majores conatus exeruerint Physica et Astronomia. Idem phænomenon observatum est in insulis Goreæ, S. Christophori, et D. Dominici à Varinio et Deshayes: in Martinica à Fevilleo et Campbello: Panamæ, Quiti, ac per totum Americæ meridionalis tractum à mathematicis gallis, hispanisque Bouguerio, Condaminio, Ulloa, et Georgio Joanne peragratum, ut gradus meridiani investigarent dimensionem. In Lapponia sub circulo polari Maupertuisius, et qui cum eo erant Academici,

ut oscillationes obtinerent minuto secundo æquales in horologio ad hujusmodi vibrationes Parisiis conformato, pendulum elongare debuerunt. En schema longitudinis penduli juxta diversos latit. grad. exactum.

Nomina locorum.	Latitudo.	Long. pend. in linneis.	Observatores.
Punta Palmarum.	2′ Latit. merid.	438 $\frac{96}{100}$	Condamineus.
		438 $\frac{82}{100}$	Bouguerius.
Royaomæ.	9′ Latit. merid.	438 $\frac{93}{100}$	Condamineus.
In urbe Quito.	25′ Latit. merid.	438 $\frac{82}{100}$	Bouguer. Cond. 84.
In insula Cayena.	B. 40, 55′	438 $\frac{1}{2}$	Des Hayes.
Panamæ.	80, 35′	439 $\frac{1}{5}$	Godin. Bou. Cond.
In Portu bello.	90, 33′	439 $\frac{7}{89}$	Godinus.
Ad S. Petrum in Martinica.	140, 44′	438 $\frac{1}{2}$	Des Hayes.
In ins. S. Christophori.	170, 19′	438 $\frac{3}{4}$	Idem.
Goave in ins. S. Domin.	180, 27′	439 $\frac{1}{3}$	Bouguerius.
Cairi in Ægypto.	300, 2′	440 $\frac{1}{4}$	Chazelles.
Romæ.	410, 50′	440 $\frac{28}{100}$	Sueur, et Jacquier.
Parisiis.	480, 50′	440 $\frac{5}{9}$	Hayes, Glos. Godin.
Archangeli.	640, 34′	440 $\frac{18}{20}$	Croyere.

Maupertuisius observationibus plurimis collectis sequentem statuit accelerationis scalam, ac prolongationis penduli juxtà latit. gradus faciendam, quam millesim. partibus decimal. expressit.

Latit. locor.	Acceleratio in min. sec, et par decim.	Prolong. in lineis.
50	1′ 6	0, 016
100	6′ 4	0, 065
150	14′ 3	0, 145
200	24′ 9	0, 254
250	38′ 1	0, 387
300	53′ 3	0, 542
350	70′ 2	0, 713
400	88′ 1	0, 896
450	106′ 6	1, 084
500	125′ 1	1, 273
550	143′ 1	1, 455
600	159′ 9	1, 605
650	175′ 1	1, 781
700	188′ 3	1, 915
750	198′ 9	2, 023
800	206′ 8	2, 103
850	211′ 6	2, 152
900	213′ 2	2, 196

252 Ex omnibus igitur observationibus hac in re peractis luculenter deducitur, pendulum C (fig. 16), cujus vibrationes minuto secundo perficiantur, breviùs sub circulo polari, tardiùs ad æquatorem oscillare; neque unquam minuto secundo æquales utrobique obtineri,

nisi ad æquatorem brevior, ad polos productior fiat. Enimvero hoc ab alia causa repeti non potest, quam à gravitatis variatione: nam eodem pendulo manente, oscillationes longiore tempore perfici non possunt, aut breviore, nisi gravitate variata (247); ergo ab hac una causa repetenda est hujus phænomeni expositio.

253 Oppones tamen. Nobis fatentibus (248) vibrationes sunt in ratione inversa longitudinis pendulorum: ergo à productione penduli in diversis terræ locis variatio potuit oriri, non à diversitate gravitatis. Exploratum enim est à calore metalla produci, atque adeo pendula in locis propè æquatorem produci, ad polos contrahi debent. Calor siquidem intensior sub æquinoctiali plaga, quam circum polos esse, nemo est, qui dubitet. Quare ab hac citius causa, quam à variatione gravitatis, inæqualitas oscillationum explicanda foret. R. *neg. cons.* In Cayena hoc argumentum speciem quamdam similitudinis veri obtinere potuit ob calorem, quo in maritimis zonæ torridæ locis æstuat aer: verum post experimenta in urbe Quito, quæ mitissimo cœlo toto anni tempore gaudet, ac in summitatibus *Andium*, qui montes terrarum orbis altissimi frigore summo rigent, omnino argumenti vis enervata est. Deinde à summo æstivo calore, qui ad oram australem maritimam etiam in Europa summus est, pendulum 160 pollices longum lineam tantum produci, experimentis compertum habemus. At pendulum 37 pol. longum ad duas ferè lineas breviandum fuit, ut ad minuta secunda iterum oscillationes perageret:

quare alia prorsus causa influit in hujus variationis phænomenon; quæ eodem existente pendulo, nonnisi gravitati tribuenda est.

254 Opponés iterum. Si gravitas minor est ad æquatorem, pendulum à viribus elaterii altiùs elevari debuit, ac proinde majorem arcum describere, velociusque descendere; ex quo vibrationes velociores fieri debebant. Aer etiam rarior minus resistere potest, ac retardare motum penduli, contra atque in rigida polari zona denso aere circumfusa: ergo producendum, non breviandum fuit pendulum, ut ad minuta secunda oscillaret. R. *neg. cons.* Nam ostensum est art. 246 descensus per quovis arcus cycloidis æquales esse: quumque minimi circuli arcus, cum arcubus cycloidis confundantur (248) nihil refert, ex quo arcus puncto gravia decidant, ubi de cycloidis arcubus agitur; eodem enim tempore oscillationes perficientur, ac proinde isochronæ erunt. Idcirco argumentum nihil adducit, quod theoriam gravitatis hactenus traditam infirmet. Nam pendulum ad extremitatem arcus B (fig. 16) elevatus, si eadem vi gravitatis sollicitatur sub æquatore, qua sub polis; eodem tempore, sive eadem velocitate descendere, ac ad alteram partem ascendere debet: atqui sub æquatore tardiùs, ad polos breviùs ascendit: ergo major hic, minor illic vis illud ad terræ centrum deprimit; gravitas nimirum intensior ad polos, remissior ab æquinoctialem plagam. Quod de aere rariore excogitarunt nonnulli, potiùs motum celeriorem probaret in gravium descensu; quandoquidem minor resisten-

tia medii liberiorem permittit corporis gravis motum: quod productionem, non contractionem penduli postulasset.

Quænam tamen, inquies, hujusce varietatis est causa? duplicem physici excogitarunt, tum à motu diurno telluris derivatam, tum ab ejusdem figura elatiore ad æquatorem, ad polos contractiore, quæ sphæroidis formam referat, ut cæpæ plerumque conformantur. Quod ad primum attinet, in hyphothesi motus diurni telluris sic ejusmodi varietas exponetur. Esto ACB (fig. 19) axis globi terrestris; DE aut GP ejus æquator; D grave sub æquatore, F grave ad circulum polarem: in hypothesi terræ motæ corpus existens in æquatore D duplici vi agitur: centripeta videlicet, qua ad centrum C sollicitatur, ac per DC repræsentari potest; et centrifuga à motu circulari concepta (188) mobile à centro per tangentem abire sollicitans, quæ secundum directionem DO agit in corpus: quæ directio quum sit ex diametro opposita directioni DC, per quam agit vis centripeta, magis eam elidit, proindeque effectus gravitatis minor est. In regionibus autem ad partem FMN sitis directiones virium centralium resolvuntur in FC, FL; quare vis centrifuga FL partem tantum vis centripetæ, seu gravitatis FC elidit, quæ idcirco major esse debet, corpusque ad centrum intensiore vi urgere. Corpora igitur ad æquatorem lentiùs, ad polos incitatius descendere debent; quoniam vis centripeta est major hic, quam in regionibus in medio globo collocatis.

255 Corol. Idem igitur corpus in diversis

terræ locis situm, magis aut minus gravitat, adeoque majus aut minus pondus habet juxta majorem aut minorem ad polos propinquitatem. En supputationes à diversis observatoribus factas in seq. schemate exhibitas.

Loca.	Latitud.	Gravitates.	Observat.
Pelli.	66°, 48'	100137	Clairaut, Camus. Monier, Maupert.
Londini.	51°, 31'	100018	Graham.
Parisiis.	48°, 50'	100000	Galli observat.
In ins. S. Domin.	19°, 48'	99647	Hayes.
In ins. Jamaica.	18°, 0'	99744	Campbel.
In ins. S. Christoph.	17°, 19'	99590	Hayes.
In ins. Guadalup.	16°, 0'	99533	Varin, Du Gloʃ.
In ins. Martinica.	14°, 44'	99533	Hayes.
In Portubello.	9°, 33'	99665	Godin.
In ins. Cayena.	4°, 56'	99533	Hayes.

256 Et quoniam commodior hic de telluris forma incidit sermo, etiamsi à metodi legibus nonnihil deflectam, satius duxi, quæ de hoc argumento alibi dicenda forent, hic adnectere post dicta melius intelligenda, quam si in physica particulari traderentur. Missa hic facio, quæ ab antiquis temporibus de telluris figura commenti sunt philosophi, ut Xenocrates, Epicurus, qui planam esse putarunt velut campi superficiem: Leucippus tympano, disco Democritus, pyramidi alii, alii ovo similem esse dixerunt. Ceterum illustriora nomina Pythagoras, Plato, Stoici, Aristoteles globosam seu sphæricam existimarunt. Quis tamen omnium primus in hanc opinionem descenderit, liquido non constat: Eduardo tamen Corsino assentior, qui assyrios et chaldæos ab observationibus astronomicis hoc deduxisse putat. Illud certum, ab arabibus ad sæculum usque XVII. globum terraqueum perfectè sphæricum habitum, omnesque semidiametros terrestres à centro computatos, et ipsorum maximos circulos ejusdem esse mensuræ ac terrestrem æquatorem extra dubium positum fuisse. Id suadere videbantur eclipses lunares, in quibus umbra terrestris sphærica apparet; figura etiam corporum cœlestium, quæ ad sensum sphærica conspiciuntur, nonnihil verisimilitudinis opinioni terræ sphæricitatis addere potuit. Enimverò planam esse tellurem, nullo fundamento nisi crassiore sensuum indicio asserebatur: solaque stellæ polaris in diversis terræ latitudinibus altitudo, umbræque terrestris diversitas satis erat ad ostendendum terram planam superficiem non esse.

Ceterum sphæricitas telluris perfecta res indubia ab omnibus habebatur, donec paulatim ab Einsmidio, Hugenio, Newtono dubitari cœptum est; quod in apertam controversiam venit, quum Cassinus senior celebrem lineam meridianam delinearet à Caucoliberi (vulgo Coliure) Dunkerkam usque arcum meridiani per Lutetiam transeuntis, emensus, è suis mensuris tellurem ellipsoidem esse sustinuit, cujus major axis (Math. 504) à polo australi ad borealem, conjugatus, seu minor in plano æquatoris existeret. Newtonus ac Hugenius à Cassino dissenserunt, è moto diurno tellurem sphæroidem esse deducentes, cujus axis contractior quam diameter æquatoris sit. Nam si terra 24 horis circum axem torquetur, fluida sub æquatore existentia, puta mare australe, quod oram occiduam Americæ alluit, ac Occeanus Africam complectens, à vi centrifuga delata, terras exundarent; quum in fluidum mobile vim magnam exerere debeat, qua per tangentem, seu plagam orientalem adigantur; quod modo in diminutione gravitatis terrestris sub æquatore in hypothesi terræ motæ contingere debere ostensum est. Hæc quidem theoricè à Newtono ac Hugenio dicebantur, donec *melior litem natura diremit*.

Anno 1735, et 36 missi sunt academici galli ad æquatorem in Peruviano regno, ad circulum polarem in Lapponia, atque aliquanto post ad Promontorium Bonæ Spei solers astronomus Cailleus, ut gradum superficiei terrestris summa industria ac prolixiore methodo meti-

rentur; quemadmodum vulgata ab ipsis opera de hoc argumento testantur ex quibus conficitur terram elatiorem esse ad æquatorem, ad polos contractiorem, ut sphæræ perfectæ formam non referat, sed sphæroidis, aut si mavis ellipsoidis, cujus axis major PG (fig. 19) in plano æquatoris conjugatus A B cum axe terrestri congruat.

257 Corol. 1. Gradus terrestris latitudinis, seu meridiani terrestris breviores ad æquatorem, longiores ad polos esse debent. Nam major est curvatura globi ad partes GK, KI (fig. 19), quam ad partem IH; quare altitudines stellarum citius augeri, aut minui debent percurrendo partem GK, quam minus curvam IH. Fac, sidus aliquod in L situm esse; quum terra per arcum GK curvatior sit, qui à K in G iter agit, citiùs elevatur, aut deprimitur: contra evenit in IH, quæ quum magis ad rectam accedat, quippe minore curvedine donata, tardius elevabitur, aut deprimetur ab I in H, aut ab H in I iter agenti. Quod ut clarius percipiatur, concipiamus habitatorem à G in B descendere, in B sidus L quidem certè non suspiciet: contra autem si terra planities quædam esset ut AB, ubique punctum L conspicuum foret. Ubi igitur curvamen majus sit, gradus contractiores; ubi minus inflectitur superficies prolixiores gradus sint, oportet.

Lalandius dimensiones præcipuas graduum meridiani à geometris captas exponit. In Peruano regno inter Cocquesqui, et Tarqui Bouguerius, et Condaminius sub ipso æquatore

constituti spatium 176950 hexapedarum 80 fermè leucas geographicas complectens mensi sunt. Primus gradus ab æquatore ad polum australem hexap. 56750 comprehendere inventus est. Cailleus ad promontorium Bonæspei in australi latit. 33°, 18″ spatium 69669 hex. comprehendens, invenit gradum meridiani hexap. 57037 continere. In Italia Romam inter, et Ariminum PP. Boschovichius et Maire è Soc. Jesu sub 43° lat. bor. gradu invenerunt hex. 56979. Ad australem Galliæ plagam 45 grad. lat. Cailleus, et Thurius hex. 57028 posuerunt. Picardus et Maupertuisius sub 49° 23′ gradum meridiani terrestris ad 57072 extendi computarunt. Demum in Lapponia Maupertuisius, Clairautius, Camus, Monerius et Celsius, astronomus Damis, inter Torneam et Kittis spatium metientes, gradum invenerunt ad 57422 hexap. protensum. Hujusmodi dimensiones à viris peritissimis exactæ in ea Astronomiæ ac Geometriæ luce, quæ desiderari potest maxima, exquisitisque instrumentis summa diligentia elaboratis ad operationes adhibitis, ad veritatem quam proximè accedere censendæ sunt; præsertim postquam à Lalandio et Eulero ad incudem revocatæ, severo examine expensæ, ac levi quadam immutatione pro genuinis probatæ.

258 Corol. 2. Diameter terrestris æquatoris major est diametro seu axe terrestri. Hoc quidem ex hactenus dictis perspicuè fluit: ratio inter utrumque intercedens tantum remanet investiganda. Newtonus posuerat proportionem inter majorem et minorem diametrum ut 230:

229; quam Eulerus, postquam ad examen revocasset ceteras proportiones ab aliis inventas, nimirum 178: 177 Maupertuisii; 216: 215 ex dimensionibus supra memoratis gradus meridiani in Gallia et ad æquatorem captis, 241: 240 ex his, quæ ad promontorium Bonæspei captæ sunt; Newtonianam magis ad veritatem accedere opinatur. Ex hac igitur proportione posita diametro æquatoris 3000 leucarum, altera statim innotescit 230: 229 : : 3000: 2987 quam proximè: ex quo diameter æquatoris, diametro polari major 13 ferè leucis eruitur, proindeque aquæ maris ad æquatorem sex leucis cum dimidia elatiores sunt, quam aquæ circumpolares.

259 Opponeѕ: Si longiores sunt gradus versus polos, breviores ad aquatorem, arcus meridiani terrestris majores sunt, quo magis ad polos accedimus: enimverò hoc manifestè probat, longiorem esse diametrum axis globi terrestris, quam illa sit æquatoris, ergo ex principiis hactenus præjactis, quibus propositionem nostram probabimus, contraria consecutio deducitur. R. *neg. min.* Allato, aut fortassè simili alio ratiocinio, inquit Jacquierius, in errorem inducti fuerunt clarissimi etiam viri, qui ex suis observationibus terram versus polos oblongatam esse concludebant, contra quam facere debuerunt. Totus paralogismus in eo latet, quod nempè gradus terrestris non eo determinetur angulo, qui duabus lineis è centro ad circumferentiam ductis continetur, sed gradus definitur duabus perpendicularibus, quæ ad telluris superficiem ductæ angulum unius gra-

dus efficiunt. Distantia stellarum à Zenit, ac proinde illarum altitudo harum perpendicularium positione æstimatur: porrò perpendiculares illæ per centrum magnitudinis telluris non transeunt, nisi tellus sit sphærica, quod paulò fusius est explicandum.

260 Ad definiendam telluris figuram, tum arcum cœlestis meridiani lineis visualibus inter duo loca comprehensum, tum ipsi respondentem in superficie terrestri metiri oportet. Fac arcum DE (fig. 20) esse meridiani cœlestis, alter AB terrestrem designet, ac uterque unius gradus mensuram complectatur. E locis A ac B utramque distantiam dimetiri oportet. Ut primum obtineatur, altitudinem meridianam ejusdem stellæ è duobus prædictis locis observare debent geometræ, altitudinumque differentia præbet arcus dimensionem, sive amplitudinem arcus cœlestis in gradibus, minutis primis, secundis etc.; quod pariter in arcu terrestri faciendum postea venit. Manifestum est, ac omnium, qui à borea ad austrum iter agunt, observatione comprobatum, stellam pollarem et circumpollares quæ stellarum omnium maximè conspicuæ sunt, continenter deprimi, quo magis ad æquatorem accedimus; elevari autem, dum ab æquatore ad polos recedimus. Altitudinis hujus diferentia ab stellis provenire non potest: nam adeo enormis illarum existit à terra distantia, ut radii visuales velut paralleli censendi sint, qui utrumque polum contingunt; unde si tellus perfectè plana esset, in eodem cœli puncto quælibet stella ab omnibus

terricolis suspiceretur. Omnis igitur differentia ab horizontis terrestris diversa positione oriri debet: ut jam art. 254 explicuimus. Diversa porrò horizontis positio à perpendicularibus DA, EB ad superficiem terrestrem AB (221) sive ad planum horizontale puncto A, quod cum tangente hujus puncti congruit, definitur.

Jam si tellus perfectè sphærica esset, omnes lineæ visuales DAC, EBC in centro C concurrerent, ac superficiem convexam AB æqualibus semper 360 portionibus graduum mensuræ respondentibus dividerent. Posita autem compressiore ad polos figura, res aliter evenire debet. Esto AE *ae* (fig. 21) tellus, cujus æquator A*a* prolixior sit quam axis E*e*: circumscribatur circulus AP *ap*; planum horizontale erit *t t* (Math. 523), cui in circulo planum T T responderet, cui normalis est GC in eo puncto, quo curvedo ellipsis multò minor est quam circuli: proindeque planum horizontale minus variatur quam in circulo, ac in parte magis convexa A ellipsis, quæ cum circulo congruit. Atqui dum planum horizontale minus variatur, altitudines stellarum, ac totius cœli aspectus, à quo potissimum gradus meridiani definiuntur, minus etiam varius est: tractus igitur longior in tellure requiritur ad gradum unum percurrendum.

261 Schol. Obiter etiam hic notandum, punctum C non esse centrum gravium, nisi pro iis corporibus, quæ sunt in quatuor punctis AE *ae*; in quibus nimirum directio gravitatis, quæ per lineam verticalem horizontali plano perpendicularis est, omnino congruit cum

lineis AC, EC, aC, dC (fig. 21). Nam gravitatis directio est verticalis DB, normalis ad tangentem t t; at punctum in quo BD diametrum æquatoris secat, extra centrum est; in tellure itaque centrum gravium cum centro magnitudinis sæpius non congruit.

CAPUT ULTIMUM.

De viribus vivis, ac mortuis.

262 Rustico homini *virium vivarum*, ac *mortuarum* nomen debet philosophia. Ab eo se illud accepisse fatetur Leibnitius, qui hujusmodi schisma inter philosophos disseminavit. Nam ante illum omnes nullo discrimine facto inter vires agentes, aut agere nitentes, motum æstimabant per factum ex massa in velocitatem (87); post ipsum autem *scisum est studia in contraria vulgus*, alteris vires vivas et mortuas æquè ex producto massæ in cæleritatem, ut Cartesius et Newtonus computaverant, perpendentibus; alteris cum Leibnitio per massam in quadratum velocitatis ductam vires vivas æstimari debere contendentibus: mortuas autem, ut antea fieri solebat, per simplicem velocitatem in massam ductam computare non gravantur. Porrò vires mortuas illas dicunt, quæ in corporibus quiescentibus non exeruntur, puta in ponderibus in bilance æquilibratis aut quocunque gravi in quiete posito, nitentes tamen ad centrum per gravitatem accedere. In quolibet autem corpore in motu posito vires vivæ

considerantur; quasi è morte aut torpore, in quo jacebant, dum quiescerent, per motum excitarentur.

263 Plura utrinque argumenta proposita sunt, experimenta in comprobationem adducta, præsertim in corporibus decidentibus, atque à virium compositione petita, quæ tamquam demonstrationes venditantur: quod scrupulum injecit nonnullis à partium amore liberis paralogismum aut *logomachiam* huic quæstioni subesse, ob quæ nondum comperta scissura promoveretur. Quædam ex his re benè expensa, pura puta sophismata non diffitetur. Vincentius Riccatus, mathematicus non ignobilis è Soc. Jesu, qui tamen Leibnitii partes agit in opere singulari de hoc argumento italicè edito: quam Riccati notam plures alii recentiores omnibus argumentis inurunt, quæ à Leibnitianis afferuntur, ut controversiam promoveant. Mirandum sane est, nullum in experimentis, ac productis in æstimatione virium apud prædictos rivales dissidium reperiri: ex. gr. duo globi æquales A et B in planum perfectè molle demittantur; A tempus unius minuti secundi in descensu impendat; B autem duplo tempore seu duobus secundis descendat: observatum est, foveam quadruplo majorem illa, quam A excalpsit, à B excavari. Idem contingeret, si globi A et B perfectè elastici supra planum durum eisdem ac modo dictis temporibus decidere ponantur, aut planum in quod decidunt, perfectè elasticum foret: globi nimirum ob elaterium ad altitudines ascenderent, quarum B quadru-

pla esset altitudinis A. Hactenus omnes conveniunt. At, inquiunt Leibnitiani, manifestum est 4 esse quadratum 2; ergo vires hic sunt ut productum massæ in quadrata celeritatum: in A $1\times1=1$: in B $2\times2=4$.

264 Minimè, inquiunt antiquæ sententiæ propugnatores, hæc consequentia descendit. Nam ut legitima foret, opus esset, ut utrinque omnia æqualia ponerentur, quod in casu figurato non accidit. Corpus enim B dupla celeritate et duplo tempore ponitur effectum producere: at $2+2=4$: ergo summa, non productum in hoc phænomeno considerari debet. Fac, Petrum et Joannem simul currere: Petrus horæ quadrante milliare conficiat; Joannes autem duobus quadrantibus quatuor millia passuum percurrat: manifestum est, vires Joannis non quadruplas, verum duplas esse Petri viribus. Ad hoc enim ut quater Joannes celeritate Petrum vinceret, opus esset, ut uno quadrante iter quadruplum confecisset, ut luce meridiana clarius est; quod quum nonnisi tempore duplo decurrerit, dupla non quadruplex vis à Joanne insumpta dicenda est. Effectus tamen eodem modo computabitur, sive summam colligeris, $2+2=4$, sive $2\times2=4$, multiplicaveris.

265 Quod ut manifestius appareat, fac duo mobilia sibi invicem ocurrere velocitatibus, quæ sint in ratione inversa massarum: alterum massa$=2$ celeritate$=6$ alterum massa$=6$ celeritate$=2$; si corpora non elastica fuerint, post conflictum quiescunt (132); quod si elastica ponantur, æqualibus viribus recedunt (137),

ac ante percusionem ferebantur. Ex quo id luculentè descendit, vires non esse ut quadrata velocitatum: nam si corpus ponatur massa=2, sex gradibus velocitatis ferri, ejus vires seu quantitas motus esset $6\times6=36\times2=72$, admissa nova computandi methodo: alterum vero, cujus massa=6, velocitas=2 vires habebit $2\times2=4\times6=24$: adeoque si elastica non forent profectò non quiescerent, sed illud, cui major est velocitas, alterum impelleret per suam directionem, eam ipsi celeritatem imprimendo, qua ambo æquis passibus spatium conficerent, ut in hoc casu fieri debere ostendimus art. 132. Nimirum $72-24=48$ esset quantitas motus, quæ remaneret post conflictum, distribuenda inter duo mobilia, quæ tunc per velocioris directionem contenderent (87, 132). Idem proportione servata de prædictis corporibus collidentibus, si elastica ponantur, dicendum in æstimatione virium Leibnitania; quæ non æquis viribus resilirent, ac ante conflictum colliserunt; ut in casu corporum non elasticorum eventurum ostendimus.

266 Unde tamen, inquies, hæc opinandi diversitas inter summos viros, quin unquam paralogismi origo ipsis suboluerit? "Ex eo, inquit Orlandus in notis ad Muschem. Leibnitii partes sequentem, quod virium mensuram, quæ definitione contineri debebat, mathematicis ratiociniis et experimentis stabilire placuerit. Duplex enim distingui debet quantitatis species, propria scilicet et impropria: prior est, quam altera ejusdem speciei quantitas metitur,

ut linea pollicem, pollex pedem, pes perticam, seu decempedam. Impropria est, quæ nisi per aliam quantitatem diversæ speciei dignosci in sua mensura non potest. Ejusmodi est velocitas, quæ nisi per spatium et tempus in eo percurrendo insumptum, intelligi nequit celeritas alterius dupla, tripla, æqualis etc. Quantitates propriæ tres tantum numerantur; extensio, numerus, et temporis duratio: quam nonnullus etiam inter improprias fortasse relegarit (Metaph. 310), si de duratione relativa sit sermo. Longè major quantitatum impropriarum est numerus, ut celeritas, motus, densitas, elasticitas, vires motrices. Ut igitur hæ quantitates impropriæ scientiarum objectum fiant, oportet accuratas earumdem definitiones exhibere; quod nisi per mensuras notas et proprias, quæ determinatum objectum seu quantitatem propriam repræsentent, obtineri non potest. Nam nisi corporum motorum vires ad aliam quantitatem, cujus nota sit mensura, ipsa definitione referantur, intelligi numquam, vel determinari poterit, quæ vis alterius sit dupla vel tripla, vel quænam alia inter eas interveniat ratio. Virium sanè conceptus sine hac mensura nimium vagans est, incertus et indefinitus. Omne autem illicò evanescit dissidium, si talis virium statuatur definitio, quæ earumdem mensuram per alias notas quantitates exhibeat. Newtonus æstimaturus quantitatem acceleratricem et motricem vis centripetæ, sic illam definit. "Vis centripetæ quantitas acceleratrix est ipsius mensura velocitati proportionalis,

quam dato tempore generat. Vis centripetæ quantitas motrix est ipsius mensura proportionalis motui, quem dato tempore generat." Hæc definitio simplex et clara virium mensuram exhibet omnium sensui accomodatissimam. Nam ratum omnibus est, aucta vel minuta corporis velocitate ejus vim productricem augeri vel minui; destructa aut evanescente, perire. Deinde si duo corpora confligant, et in ictu utriusque motus sine novi productione pereat; æquales utrinque vires fuisse, omnes incunctanter pronunciant. Idem evenit in mechanica, quum potentia et pondus sunt in æquilibrio, seu vires se mutuò elidunt ob reciprocam velocitatum rationem, quam servant; quas nemo non vires æquales esse pronunciat. Hinc etiam, posita vi gravitatis constanti, statim deducitur æqualibus temporibus æquales velocitatis gradus acquiri. Constat igitur, definitione tantum adstrui „vim corporis moti esse ut velocitatem, quin id ratiociniis aut experimentis ratum esse contendatur."

267 Hoc autem si vellet Leibnitius tamquam definitionem statuere, corporum scilicet motorum vires esse ut celeritatum quadrata, nullus contradiceret. Definitiones quippe nominis cuique liberum est pro libito assumere (Log. 57); adeoque de nomine tantum lis esset, ac de vocibus disceptaret, qui contra Leibnitio diceret. Ex qua definitione ad placitum auctoris statuta id planè deducitur, vim alterius quadruplam esse, quæ corpori duplam celeritatem impartitur juxtà alterius sententiæ patronos; nonu-

plam alterius, quæ triplam communicat corpori velocitatem; et ita porrò duplicata semper ratione velocitatum servata. Atque ita semel re constituta, nullus poterit subesse in effectibus æstimandis error, et sermone tenus non re discrepantes erunt conclusiones; dum quam alteri simplicem velocitatum rationem definiunt, alteri celeritatum duplicatam à se vocari statuunt. Quemadmodum siquis sumat pedis mensuram sex tantum digitis constare, proindèque perticam 20 pedes longam esse deducat; eamdem decempedæ quantitatem tribuit, quam alter, qui decem tantum pedibus decempedam constare, juxtà communem supputandi modum ex recepta pedis acceptione, deducat.

268 Ceterum quod virium mensura sit velocitatis quadratum, experimentis et ratiociniis suffultum, ajunt Leibnitiani. Si ita est, inquam, profer virium definitionem, quæ includat earumdem mensuram per alias notas quantitates, ut par est. Altitudo, respondent, ad quam corpora ascendunt, aut spatium, quod à corporibus decurritur, mensura est virium acquisitarum, atque integer effectus ejusdem vis; adeoque per illa computari potest vis; quandoquidem effectus suis causis sunt proportionales. Id utique verum est, si spatia non absoluta, nec sine ulla determinatione acepta ponamus: non enim effectus est indefinitus vis determinatæ; quemadmodum si dicas, Petrum tria milliaria confecisse, Joannem novem, quin tempus, quo hæc spatia decursa sunt, exprimas. Mensura igitur virium est spatium eo-

dem tempore percursum, sive determinata celeritas, quæ ab spatio definitur (71). Nonnulla tamen adducunt exempla, in quibus temporis ratio nulla habetur: siquis 10 grad. virium, quibus morbo resistat, valuerit; his absumptis occumbet, sive uno sive decem aut 50 diebus vires frangantur: in sumptibus faciendis ad pecuniæ summam, minimè verò ad tempus, quo hæc erogatur, attenditur; aliisque sexcentis. Respondent antileibnitiani, temporis quidem nullam habendam esse rationem, si de viribus agitur determinatis, quas sive longiore sive breviore tempore libuerit, exercere poteris: non verò dum sermo de aliis viribus incidit, quæ à motu et celeritate dependent, in quibus æstimandi temporis ratio omnino habenda est, quum è diversitate temporum effectus prorsus inæquales producant. Et quidem si quantitatem virium in morbo deperditas, aliquo modo æstimare velimus, ex. gr. per gradus, ad tempus quo insumptæ fuerint vires, recurrere debemus. Quod ad expensas attinet, intentum non evincunt; certum quippe est, permutationes rerum, in quibus expensarum ratio consistit, nullum ad tempus respectum habere: celeritas autem, nisi ejus notionem immutare velimus, ab spatio et tempore, quo corpus transfertur, definiri debet. Hæc quidem, ut et plura alia, quæ in medium afferri possent, satis ostendunt, in principiis partes contendentes non convenire: quod aptum natum est ad quæstiones æternum producendas, quin spes affulgeat veritatis unquam obtinen-

dæ. Fortassè etiam à rivalitate Leibnitium inter et Newtonum hujusmodi controversias originem traxisse, ut hominum est ingenium, quis suspicabitur?

Ubi nominabit Phædriam: tu Pamphilam
Continuò. Si quando illa dicet, Phædriam
Intromittamus comessatum: tu, Pamphilam
Cantatum provocemus. Si laudabit hæc
Illius formam: tu hujus contra. Denique
Par pari referto, quod eam mordeat.

Ceterum jam nunc inter omnes convenit, vires per quadratum velocitatis esse mensurandas, si à numero obstaculorum, quæ ab ipsis superantur, sint desumendæ: quod si ab summa resistentiarum, quæ ab obstaculis opponuntur, vires perpendendæ forent, eas esse ut simplicem velocitatem.

DISSERTATIO IV.

DE APPLICATIONE VIRIUM, SEU MECHANICA.

Mirabilis supremi Opificis artificium, ac numquam satis laudanda sapientia in eo maximè elucet, quod leges, quibus universam corpoream naturam temperavit, non solum œconomiam, ut ita dicam, generalem respiciant, verum ita sapienter dispositæ sint, quæ ad peculiares hominum usus, ac eorumdem arbitrio quodammodo subjiciantur. Ab harum igitur naturæ legum applicatione *Mechanica* ortum traxit, quæ vires corporum artificiosè adhibendo, naturam evehit ad ea præstanda, quæ frustrà à communi rerum cursu, seu viribus corporum sibi relictis speranda forent. Quæ quidem ut ingenium humanum obtineret, post benè pensatas hactenus expositas corporum vires, dupliciter adhibere consuevit. Nam corpora solida applicando, *Staticam* invenit, quæ machinas simplices, atque ex iis compositas innumeras alias resistentias vincit, humanis viribus insuperabiles. Quod idem in fluidis usuvenit, è quorum usu *Hydrostaticæ*, ac *Hydraulicæ* nomina inventa; eo quod aquis potissimum machinæ ad motum concitentur,

quamvis omnia fluida eumdem effectum præstare possent. Ceterum animus non est, omnia fusè persequi ad Mechanicam pertinentia, quorum tractatio in longum abiret; verum notionibus ad Physicam attinentibus contenti, reliqua mechanicis permittimus, quibus hæc provincia demandatur, ut velut propriam spartam impensius colant.

PARS PRIMA.

DE STATICA, SEU MACHINIS SIMPLICIBUS.

CAPUT PRIMUM.

NOTIONES GENERALES MECHANICÆ EXPONUNTUR.

269 Machina dicitur omne genus instrumentorum ad movenda corpora destinatum: quibus scilicet vires alioquin imbecilles aptæ redduntur ad imprimendum motum illis corporibus, quæ ob præponderantem massam communes vires longè superant; aut saltem minore virium dispendio ad motum concitantur. In duo genera tribuuntur: primum machinas simplices comprehendit, quæ partibus diversis non coalescunt, quibus machinæ nomen aptari queat. Vulgò septem numerantur, *vectis*, *libra*, *trochlea*, *axis in peritrochio*, *planum inclinatum*, *cuneus*, *cochlea*, quibus alii *rotas dentatas* adjungunt. Verum ad duo reduci posse *vectem* nempe et *cuneum* existimant plerique, imò ad solam vectem fortassè non incongruè revocant Paulianus et Para. Compositæ machinæ ex simplicibus coalescunt, quarum

numerus ingenii humani fœcunditate comprehenditur. . . . .

270 Machinas hîc ex materia perfectè dura et inflexibili, nullo attritu aut resistentia ex ipsarum materia proveniente donatas, consideramus; quæ quidem in natura rerum haud inveniuntur: ejusmodi autem impedimenta seorsim computantur à mechanicis; quippe quæ ad machinæ theoriam minimè pertinent, ac multipliciter augeri, minui, variari pro materiæ diversitate passim observantur. Nam ubi "machinarum leges, *ut optimè notat Wolfius*, investigamus, non consideramus materiam, ex qua constant, nec materiæ affectiones, neque varias figuras, quæ ob certos usus inducuntur, sed tantum eorum rationem habemus, quæ machinæ essentiam absolvunt, ut nempe constet, quæ machinæ qua tali conveniant. Quod si enim contingat, vel materiam, vel figuram, vel aliud quodcumque obstaculum impedire, quominus lex ista accuratè observari queat, ea ex suis principiis seorsim sunt determinanda."

271 Quatuor in machina præcipuè consideranda veniunt. *Potentia*, *resistentia*, *centrum motus*, seu *hypomochlium*, et *celeritas* tam potentiæ, quam resistentiæ. Potentia est vis quævis motrix animata aut inanimis, è cujus nisu motus gignitur, aut saltem eum inducere conatur. Hæc autem vis aut in se consideratur, diciturque *absoluta*, quæ scilicet nullo machinæ adjumento talem motus quantitatem gignere potest; aut relatè ad machinam, quatenus ab

ea vires ejusdem promoventur, ac vis *relativa* audit. Resistentia est vis opposita potentiæ, quæ partem, aut totam ejus vim absorbet, si insuperabilis fuerit. Perspicuum ergo est, resistentiam esse reapse potentiam: in duarum autem potentiarum conflictu, alterutram poteris ad arbitrium potentiam, et resistentiæ nomine contrariam appellare, ut in bilance duo pondera lancibus imposita, et resistentiæ et potentiæ vices promiscuè gerunt. Quod si machina ad superandas resistentias inventa fuerit, opus est, ut potentia etiam in tempore, quo minores vires exerit, fortior sit resistentia, quantumvis hæc toto nisu in potentiam operetur; alioquin machinam sisteret, effectumque retardaret, aut eluderet. Hypomochlium, seu centrum motus, est punctum illud, circa quod immotum potentia, et resistentia invicem agunt; ut in bilance punctum medium virgæ seu jugi, circa quod lances moventur, ipsius centrum motus, seu hypomochlium est. Porrò distantia ab hypomochlio seu centro motus per lineam perpendicularem ab eo ad lineam directionis *momentorum* ductam computatur. Est autem *momentum* actio potentiæ prementis; unde normalis BA, BC (fig. 26) ad lineam directionis momentorum AR, CP exhibebit distantiam potentiæ ac resistentiæ ab centro motus. Hinc si directio obliqua fuerit, ut CF, aut CK, distantia erit BS, aut BT; talis enim tunc est directio momentorum, ut art. 288 exponetur. Celeritates ab spatiis à potentia ac resistentia percursis definiuntur; ut in fig. 22 cele-

ritas potentiæ A, et resistentiæ C est æqualis spatio AS, RC. Ut autem clarius reliqua procedant, theoriam æquilibrii prius exponere juvat, et qua reliqua sponte fluunt, quæ de machinis dicenda veniunt.

272 Lemma 1. "Duo pondera, seu duæ potentiæ æquales, æqualibus ab hypomochlio distantiis constituta, remanent in æquilibrio." Nulla enim adest ratio sufficiens, cur omnibus æqualibus utrinque existentibus, altera pars alteram superet: si enim adesset talis ratio ex una parte, hæc etiam æqualitatem tolleret. Debent ergo in æquilibrio remanere, si neutra oppositam superat.

273 Corol. Quod si corpora aut pondera inæqualis magnitudinis sint, ita tamen collocentur, ut magnitudo ponderis unius sit ad magnitudinem alterius, ut hujus ad alterius distantiam à centro motus, etiam remanent in æquilibrio. Nam excessus in massa compensatur ex altera parte per majorem celeritatem, quam habet corpus in majore distantia ab hypomochlio collocatum, ut sequenti lem. ostenditur.

274 Lem. 2. "Duo corpora appensa, aut gravitantia supra jugum inflexibile, celeritates habent in ratione directa distantiæ ab hypomochlio." Dem. Sint duo corpora collocata in A, et C (fig. 22) cujus centrum motus sit in B; celeritas A erit ad celeritatem C, ut AB ad BC. Nam si moveantur directionibus AS, CR, eorum motus erunt ut arcus AS, CR, quæ sunt spatia descripta (80); enimverò arcus similes,

ut modo descripti, sunt in ratione radiorum, qui in casu nostro sunt BA, CB radii sectorum BAS, BCR; horum igitur celeritates sunt ut AB ad BC.

275 Corol. Æqualia pondera inæqualibus ab hypomochlio distantiis, aut pondera inæqualia, æqualibus distantiis collocata, in æquilibrio esse non possunt. Celeritates enim inæquales habent, quæ æquilibrium prorsus perturbant ob inæqualitatem momentorum, quum ex præced. ponderibus æqualibus existentibus, quod in majore distantia collocatum est, majorem habeat celeritatem: si verò inæqualia sint, quod massa prævalet, gravitate superat alterum. Hinc etiam spontè fluit, pondera, quæ in æquilibrio non manent, inæqualia esse in massa, si distantiæ ab hypomochlio eædem sint; aut si ejusdem sint ponderis, distantiis inæqualibus constituta sint, oportet.

276 Schol. Hypomochlium in corporibus æquilibratis, considerari potest velut commune gravitatis centrum corporum utrinque gravitantium; ita ut, qui punctum illud sustineret, totum pondus utriusque sentiret, quasi simul utrumque ferens, aut elevans. Hinc eruitur methodus solvendi problema sequens.

277 Probl. "Invenire centrum commune gravitatis duorum aut plurium corporum simul connexorum." Solut. Sint duo corpora inflexibili virga BC (fig. 25) simul connexa: virgam ita in A divide, ut sit B ad C, ut CA ad AB; punctum A erit centrum commune gravitatis utriusque corporis ita connexi: quod punctum

si sustineas, pondus omne corporum gravitantium sustulisti. Jam alia denuò pondera simul adnecte, puta B, C, E, G, in se mutuò gravitantia; invento primo centro gravitatis corporum B, C in A, ex hoc quasi unum esset corpus centrum gravitatis habens in A, quære alterum centrum gravitatis inter A et E, distantiam AE ita dividens, ut sit AD, ad DE in ratione reciproca ponderis E ad pondus in A ex duobus aliis compositum; hoc novum centrum erit in E, ex quo puncto deinde inveniendum est aliud centrum gravitatis, quasi tria illa corpora unum essent, cujus centrum foret in D. Duc itaque rectam ad centrum corporis G; eam deinde dividens in F, ut sint DF, ad FG in ratione inversa ponderis G ad tria illa B, C, E, seu ad totum illorum pondus in D constitutum: novum centrum commune gravitatis erit in F, ex quo puncto si suspendantur ope fili, aut alio quocumque modo; qui punctum F sustineret, quatuor illorum corporum gravitatem sustentaret, servato interim inter illa æquilibrio. Deinde singula circà relativum centrum gravitatis convolvi possunt, quin æquilibrium perturbetur. Nam globus B circa punctum B, ubi ipsius centrum existit, circumagi potest, immotis aliis permanentibus: quod pariter in reliquis etiam fieri posse manifestum est, ac passim in horologiis automatis fieri videmus: B etiam et C circa centrum A convolvi; quemadmodum A et E circa punctum D similes curvas describere queunt, quarum radii sint AD, DE, adeoque centra A, et

E etiam torquentur circa centrum relativum D. Nihil itidem prohibet, quin concipiamus punctum D, minimè perturbato rotationis motu jam descripto, simul cum corpore G circa punctum F convolvi; quo in casu æquilibrium undique servaretur, immoto centro communis gravitatis, dum cetera tum circum peculiaria centra, tum etiam circa commune systematis centrum convolvuntur, quin æquilibrium perturbetur. Ex his notionibus systema planetarium in astronomia physica mirificè illustratur, ut suo loco videbimus.

CAPUT SECUNDUM.

De vecte.

278 Vectis est virga oblonga, inflexibilis, quam ad elevanda corpora, ac resistentiam eorumdem superandam adhibemus. Quæ quidem veluti pondere carens concipitur, eo quod ejus pondus partim ad potentiam, partim ad resistentiam referatur: pars nimirum, quæ inter hypomochlium et resistentiam jacet, in pondere ejusdem computatur; quæ verò ad alteram partem inter hypomochlium et potentiam sita est, huic adjudicatur; saltem in positione perpendiculari.

279 Triplicis generis vectes adhiberi possunt, justa diversam positionem, quam relatè ad fulcrum obtinere queunt potentia ac resistentia. In primo ABC (fig. 22) potentia et pondus hinc illinc ab centro motus collocantur;

estque usitatius ad sublevanda enormia pondera, machinasque construendas. Secundum vectis genus est, in quo pondus, et hypomochlium ad extrema collocantur, potentia medium locum tenente, ut MST (fig. 23), ubi M, T in extremis jacent; potentia verò S medium locum occupat. Tertium denique genus est MNO (fig. 24), in quo pondus N inter hypomochlium M et potentiam O situm est. Alii vectem tertii generis pro secundo usurpant, et vice versa; quod auctorum arbitrio relinquitur.

280 Prop. I. "In vecte primi generis augetur potentia, minuitur resistentia in ratione distantiæ ab hypomochlio." Nam celeritates massarum ex lem. 2 sunt in ratione directa distantiæ ab hypomochlio seu radii BC, ad BA (fig. 22): moto quippe vecte circa punctum B, anguli ABS, CBR sunt æquales (Math. 290); arcus etiam AS, CR, qui quidem sunt spatium percursum, seu celeritates potentiæ ac resistentiæ; sunt ut radii BS, BR (Math. 370): ergo ab his etiam exprimitur motus virium, seu proportio inter massarum velocitates intercedens. Quo igitur potentia magis recedet à puncto B, majorem celeritatem obtinebit: et quo resistentia minus à prædicto puncto recedit, aut etiam ab ipsum magis accedit, eo minorem velocitatem habet.

281 Corol. 1. Hinc deducitur, velocitatem tam potentiæ quam resistentiæ augeri posse in infinitum, proindeque absurdum non fuisse assertum Archimedis, qui tellurem sublevatum

ire se jactabat, si punctum fixum extra ipsam inveniret, supra quod vectem collocaret. In quo postulato vectem etiam exigebat; qui tantæ esset longitudinis ac consistentiæ, ut viribus potentiæ ac ponderis minimè cederet; quod æquè difficile factu est, ac fulcrum ab ipso postulatum obtinere.

282 Corol. 2. Potentia ac resistentia erunt in æquilibrio, si ceteris paribus, æquales sint distantiæ à centro motus; aut si inæqualia sint pondera, in ratione inversa distantiarum seu celeritatum collocentur. Hinc pressiones utriusque æquales sunt; ac duo puncta, quibus potentia ac resistentia incumbunt, æqualem vim sustinent; quod non evenit, dum inæqualibus distantiis ab hypomochlio pressionem exercent: in quo casu pressio sequitur proportionem distantiarum seu celeritatum ponderum.

283 Propos. II. "In vecte secundi generis (fig. 23) resistentia prævalet potentiæ, adeoque ad ipsam superandam potentia major esse debet resistentia. Nam distantia ab hypomochlio T, quocumque loco collocetur distantia S, semper minor est, quam distantia M: adeoque celeritas M seu ejus pressio semper major est celeritate S, ea proportione qua radius MT superat ST: ergo ex lem. 2. celeritas M semper major est celeritate S.

284 Corol. Hujusmodi vectis prorsus est inutilis ad machinas, in quibus semper augmentum potentiæ exigitur ad majorem facilitatem tractionum seu elevationum ponderum. Nihilominus in corpore animali illud sæpius

natura adhibuit: in brachio ex. gr. pondus elevante resistentia in manu sita est, qua pondus sustinetur; fulcrum ad extremitatem alteram in cubito: musculis qui munus potentiæ gerunt, medium locum inter utrumque extremum tenentibus; quod miro sapientissimi naturæ Artificis consilio factum est, ut machina animalis quam brevissimum spatium occuparet; magna vi musculos instruendo, qua ingentes resistentias superarent. Ni hoc ita dispositum fuisset, aut si in vectem primi aut tertii generis conformatum foret brachium, crus etc. in magnam molem excresceret corpus animale: Quod mirum naturæ artificium egregiè exponit Joannes Alphonsus Borellius, medicus neapolitanus, in eximio opere *de Motu animalium*.

285 Prop. III. "In vecte tertii generis potentia semper major est resistentia. Etenim distantia OM (fig. 24) ab hypomochlio major est, quam MN: idcirco ex lem. 2. velocitas O ad velocitatem N est, ut OM ad NM, pondere semper medium locum tenente: quapropter ejus recessus ab hypomochlio quum minor semper sit, quam potentiæ distantias, hujus vires majores ubique existunt.

286 Schol. In bajulis ope baculi aut sustentaculi onus quodvis ferentibus naturam hujus vectis licet contemplari. Si onus medium locum teneat, ut æquales utrobique sint distantiæ, vires utrinque æquales exeruntur, tantumdemque ponderis ex utraque parte sustinetur. Nam uterque bajulus vices gerit potentiæ

ac fulcri, ut de lancibus dictum est: adeoque æquales sunt utrinque celeritates ac pressiones oneris, ex quo deducitur dimidium ponderis ab utroque sustentari. Quod si opus sit, onus inæqualiter distribuere, ut inter rusticos fieri solet, dum robustus pater à teneris assuescere labori docet filium; ut pondus impar artubus puerilibus æquè distribuat, ea proportione, qua vires utrobique inveniuntur, ita disponit, ut ipse quam proximus oneri succumbat, dum puer valdè remotus ad alteram extremitatem vis quartam pressionis partem sentit. Fac, vires in puero 15 annorum esse respectu viri robusti, ut 1 ad 4; quater igitur remotius ab onere recedere debet, ut commodè ab utroque onus sustentetur: tumque ipse quartam partem oneris, dum alter ad tres quartas partes sustinebit. Unde patet, vires in ejusmodi bajulis esse in ratione inversa distantiarum à pondere.

287 Atque hæc dicta sint de pressione, aut nisu perpendiculari potentiæ ac resistentiæ, in quo casu vires summam vim exerunt, effectumque maximum producunt, qui ab ipsis obtineri possit. Non ita evenit, dum actio potentiæ obliqua est, resistentia positionem perpendicularem observante, aut utraque diversos obliquitatis gradus obtinente. Tum enim relatio inter potentiam ac pondus variat juxta diversitatem anguli, quem directiones faciunt, quam sequenti theoremate definimus.

288 Theor. "Vires potentiæ vecti applicatæ diversis obliquitatis gradibus sunt inter se

ut sinus angulorum, quos cum vecte faciunt, directiones." *Dem.* Sint P, R (fig. 26) potentia ac resistentia vecti applicatæ, primum directione perpendiculari CP, deinde diversis obliquitatis gradibus CF, CK; in primo casu directionis perpendicularis vis gravitatis agit per lineam CP plano horizontali CV perpendicularem, adeoque per lineam directionis gravium; totamque proinde pressionem suam exercet in punctum C, ut ubi de gravitate dissuerimus, ostensum manet. Quod si directione CF agat potentia, ejus vires in duas directiones CN, CM resolvuntur (178): pars CN nihil confert ad elevationem ponderis, quum sit directio horizontalis; quæ tantum ad hypomochlium è loco suo dimovendum, seu vectem directione CN trahendum exercetur: restat igitur pars virium CM, quæ juxta directionem perpendicularem agat, et quæ nitatur pondus elevare. Quum autem CM sit æqualis FN, aut ES, quæ est sinus anguli obtusi BCF (Math. 444), valor hujus sinus exprimet vires agentes directione CF. Potentia igitur directione CP agens, erit ad eamdem directione CF agentem, ut sinus anguli BCM ad sinum anguli BCF, sive ut sinus totus, ad sinum ang. BCF; quum BCM sit rectus, BCF obtusus.

289 Schol. Nihil refert, quod potentia agat directione CF sub angulo obtuso ad partem CV, vel sub acuto ad alteram partem BC angulo æquali MCF: sinus enim communes habent BCF, et MCF (Math. 444) ab angulo recto æquè distantes, hinc per excessum, illinc per defectum.

Angulus ex. gr. 45, et 135 gr. eumdem sinum habent (Math. 460). Unde etiam deducere licet, cur in directione perpendiculari CP maximam vim habeat potentia: sinus quippe anguli recti est radius, qui omnium sinuum maximus est (Math. 445).

290 Ut autem in directione obliqua CK sub angulo acuto BCK imminutionem potentiæ ostendamus; eadem ratiocinatione, atque in angulo obtuso invenitur, vires per CK agentes in duas directiones resolvi CT, CD; quarum prima CT tota impeditur in vecte directione CB trahendo, adeoque nihil confert ad resistentiam directione RA sublevandam: altera igitur parte virium CD pondus elevabitur, quæ sola respondet directioni perpendiculari RA, per quam pondus, seu resistentia attolli debet. Est autem CD = KT, qui sinus est anguli BCK; ergo vires obliquæ sunt, ut sinus obliquis angulis respondentes; ac potentia agens in P erit ad eamdem in K, ut sinus anguli BCP ad sin. ang. BCK. Eodem modo æstimari deberent vires agentes directionibus CO, CE, CH, ut pondus in Z; aut A locatum per ZA deprimerent: sinus nimirum ES, HV in proportione adhiberi deberent, et cum directione CO, quæ est recta, comparari.

CAPUT TERTIUM.

De libra, trochlea, et axe in peritrochio.

291 Libra, seu *bilanx*, machina adeo nota est, ut eam nominare satis sit, quæ ab omnibus statim dignoscatur. Vectem esse primi generis, jam sæpe innuimus, in quo pondera utrinque lancibus imposita potentiæ ac resistentiæ vices promiscuè gerunt. Ad examinandum pondus ignotum unius quantitatis per alteram, cujus pondus notum sit, adhibetur: unde æquilibri machina rectè appellari potest. Nam ejus utilitas in eo sita est, ut ignota pondera dignoscantur, ea ad æquilibrium reducendo cum aliis ponderibus jam notis; ex quo rectè deducimus, quantitatem seu corpus lanci impositum eamdem materiæ quantitatem ac alterum jam examinatum continere, ut lemmate 1 statuimus.

292 Verum ut ejusmodi deductio legitima sit, opus est, ut potentia ac resistentia æqualibus omnino distantiis ab hypomochlio constitutæ, paria momenta contineant: in quo plures fallaciæ occultari possunt, quæ non facilè, nisi ab oculis mechanicæ principiis illustratis deteguntur. Nam 1. lances ejusdem prorsus ponderis sint, oportet: quippe quæ in potentiæ ac resistentiæ partem ingrediuntur. Ut autem hoc obtineatur, opus est 2. ut partes jugi, seu virgæ utrinque non solum longitudine, verum etiam pondere perfectè æquales consti-

tuantur. Si enim unum ex brachiis longius et subtilius, alterum crassius ac brevius forent; ad æquilibrium componerentur pondere minori in brachio longiore, majore in breviore constituto ex lem. 2; quod fallacem libram veluti justam ponderis mensuram exhiberet. Ad ejusmodi fraudem, aut errorem detegendum solent pondera æquilibria permutari, in quibus si vera æquilibritas adsit, commutatis vicibus permanebit: sin minus, disparilitas statim prodibit. 3. Axis circum quem brachia volvuntur, quam fieri possit, à frictionibus liberum sit, quæ motum impediant: nam si ex alterutra parte major resistentia, ac frictio habeatur, planum est, æquilibritatem perturbari. 4. Sub *indice*, seu virgula ab axe prominente, lingula ejusdem ponderis, ac index, subducta sit, oportet, ut in nutatione axis, dum index ad alteram partem inflectitur, in contrariam lingula distracta æquilibrium conservet. 5. Quum jugum ex quacumque materia fabrefactum, etiamsi durissima sit, à nimio pondere inflectatur, unde prominentior fit axis, in quo centrum motus situm est, ex hac inflexione, libræ seu vectis motus difficilior redditur: quamobrem dum gravia pondera lancibus imponenda sunt, præstat ea seorsim perpendere, si dividi possint, ne brachia nimium inflexa justum pondus non exhibeant. Sin autem in unam molem congestum foret pondus, quod dividi non possit, alio artificio inventa est machina, quæ sine inflexione brachiorum majora pondera excipiat.

293 *Statera romana* audit hujusmodi libra, cujus brachia inæqualis longitudinis quum sint, vectem exhibent primi generis, in quo potentia, ac resistentia inæqualibus ab hypomochlio distantiis collocatæ, facili negotio parva potentia cum magna resistentia in æquilibrio stare potest. Quod quidem ut obtineatur, ita ut ad examinanda majora pondere sine periculo erroris, vel fraudis adhibeatur, pondus et æquipondium ad eas distantias collocari debent, ut per ipsas multiplicata momenta, utrinque æqualia inveniantur; quod jam lemmate 2. satis explicatum arbitror; omniaque de bilance dicta, æque stateræ conveniunt, ut ejus exacta constructio examinetur.

294 *Trochlea* est rota versatilis HE (fig. 27), quam ad hauriendam è puteis aquam communiter adhibent, canaliculo excavato, ut funis aut catena, ex qua onus D pendet, ac trahitur, commodius inseratur, ne extra trochleam deflectat, dum circa axem circumvolvitur. Duplicis generis trochleam distinguunt; *mobilem* ac *immotam*. Hanc ideo ita vocant, quia etsi volubilis circa axem sit, affixa tamen loco est, ut HE, aut GI. Mobilis autem versatilis est tum circa axem BL, quum etiam circum funem EC, cujus extremitas E fixa manere debet, ut trochlea attollere queat pondus AP; quod non accidit dum immobilis est, fune utrinque remisso manente. Si machina uno tantum constet orbiculo, ut ABL, dicitur *simplex* aut *monospastus*: quæ plures contineat rotulas, velut HE, GI, *composita* audit et *polyspastus*.

295 Corol. Trochlea fixa est vectis primi generis, in quo resistentia H (fig. 27) seu pondus D, ac potentia E æqualibus distantiis ab hypomochlio seu axe constitutæ sunt. Quod si mobilis sit trochlea, ut BAL, ad vectem tertii generis reduci potest, ita ut in B sit hypomochlion, resistentia in A, ac potentia in L: his enim punctis respondet nisus seu actio, quæ in E et C exercetur, quemadmodum ponderis P actio seu pressio, quæ per lineam AP dirigitur; et perinde agit, ac si in A situm esset.

296 Prop. I. "In trochlea fixa seu immobili potentia non augetur; juvat tamen, ut commodius pondus attollatur. Quod si mobilis trochlea fuerit, potentia ad pondus erit in ratione subdupla, sive ut 1 : 2." *Dem.* Trochlea immobilis est vectis primi generis, in quo potentia ac resistentia æqualibus ab hypomochlio distantiis constitutæ sunt: paria igitur utrinque sunt momenta, quum sit EF = HF (fig. 27) seu æquales ab hypomochlio distantiæ, adeoque potentia æqualis ponderi. Compertum tamen est, ejusmodi machinamento directionem ponderis commodiorem fieri, eo quod positura corporis in suo statu naturali perseveret; quod non evenit dum pondus manibus sublevandum est. Deinde ad magnas altitudines pondera hoc machinamento attolluntur, ad quæ frustra brachiis ea evehere tentares.

297 Jam si trochlea mobilis adhibeatur BAL, quum hæc vectis tertii generis species sit, potentia L erit reciprocè ad resistentiam A, ut LB ad AB (fig. 27). Enimvero LB duplum est

AB: ergo potentia L est ut 1 : 2, seu subdupla resistentiæ A tempore æquilibrii, quod semper intellectum volumus in hujusmodi proportionibus. Ponimus etiam funes parallelos, ut momenta utrinque sint paria: aliter enim directio momentorum inæqualis, diversitatem pareret, ut art. 288 notatum manet.

298 Prop. II. "In trochlea composita seu polyspasto resistentia se habet ad potentiam, ut numerus funium trochleis mobilibus insertorum." Nimirum in trochlea A (fig. 27) potentia C erit reciprocè ad pondus P, ut CL + EB ad EA; ita ut si una tantum ex trochleis mobilis fuerit, potentia erit subdupla; si duæ, subquadrupla etc. *Dem.* Dum resistentia A attollitur ad E, potentia distenditur per spatium æquale BE+LC, quod duplicis funis longitudine comprehenditur (præc.); quod ad omnes trochleas mobiles extendendum esse, res ipsa per se loquitur: ergo quicumque sit trochlearum mobilium numerus, augmentum potentiæ semper erit in ratione subdupla trochlearum seu numeri funium eisdem insertorum. Hinc ope hujus machinæ pluribus trochleis mobilibus constante, ingentia pondera exigua vi sublevari possunt.

299 *Axis in peritrochio* est cylindrus AEH, (fig. 28) volubilis circum axem supra fulcra F, quibus sustinetur ope vectium decussatorum GR, HI, qui *scytalæ* solent nuncupari; suntque veluti radii cylindri producti. Cylindro ad alteram vectium partem funis X alligari consuevit, quo pondus P attollitur. Positio

cylindri horizontalis, ut est ABE perinde confert, ac perpendicularis ad machinæ theoriam; solet tamen *ergata* appellari quum cylindri positio est horizonti verticalis. Hanc positionem plerumque adhibent artifices, ut ingentia pondera per planum promoveant, ac ab uno ad alterum locum traducant: positione autem horizontali ad ea sublevanda opus est uti. Neque machinæ vires augentur, aut minuuntur, si loco vectium rota dentata aut tympano ad motum concitetur; ut fieri solet in moletrinis aquæ aut venti impetu concitatis, vel tympanis concavis hominis intra reptantis impulsu circumvolutis.

300 Corol. *Axis* in peritrochio est quædam species vectis primi generis, in quo potentia sita sit ad extremitatem radii scytalæ, hypomochlium in axe cylindri; resistentia ad punctum X, in quo funis ponderis P pressionem sustinet, collocata intelligantur. Quod etiam extendendum venit ad omnes alias machinas, quæ speciem hujus referunt; quasque sub sequenti propositione comprehendimus, ut illarum vires innotescant.

301 Prop. III. "In axe in peritrochio resistentia est ad potentiam, ut radius scytalæ seu vectis, quo maquina movetur, ad radium cylindri." *Dem.* Hujusmodi machinamentum est vectis species, in quo distantia potentiæ ab hypomochlio est radius, quo circumagitur; radius cylindri, cui inseritur manubrium, est fulcrum vectis; pars altera ejusdem, sive distantia resistentiæ ab hypomochlio est radius cylindri ad

partem, ex qua funis pondus sustentat per præc. cor. Verum in vecte potentia est ad resistentiam in ratione distantiarum ab hypomochlio (280): itaque ratio inter potentiam ac resistentiam in hac machina intercedens, est ipsa radiorum manubrii ac cylindri: eritque virium æquilibrium, quando pondus erit ad potentiam, ut radius seu vectis manubrii est ad radium cylindri.

302 Corol. Ex quo id planè descendit, ex hujusmodi machinis validiores illas fore, quæ longioribus scytalis, tenuioribus cylindris instructæ sint; quod plerumque evenit in verticalibus seu ergatis: quæ etiam pluribus hominibus manum adhibendi locum præbent. Verum si funis nimis crassus fuerit, aut plicatura altera supra alteram accumuletur; radium cylindri augent, ac proinde major fit resistentiæ seu ponderis ab hypomochlio distantia; quæ idcircò in prædicta proportione computari debet, addito radio crassitiei funis, si nimis crassus fuerit, aut accumulentur una supra alteram plicaturæ, augendo radio cylindri.

303. Schol. Rotæ dentatæ species etiam sunt axis in peritrochio, quamobrem ex ejus natura facilè intelligitur ratio potentiarum, quæ diversis machinis applicantur. In rotis quidem dentatis invicem insertis, quæ machina *glossocomum* Heronis ab ejus auctore Herone Alexandrino, aut etiam *pancratium* solet nuncupari, ea ratione augetur vis potentiæ, qua rotæ dentatæ multiplicantur. Quælibet autem ex his rotis, quum ad modum axis in peritro-

chio vires augeat potentiæ; multiplicatis rotis, miræ efficacitatis effectus edere potest. Sed de his hactenus.

CAPUP QUINTUM.

De plano inclinato, cochlea, et cuneo.

304 Planum inclinatum, de quo jam, quæ dicenda erant, tradidimus art. 234, idcirco inter machinas annumeratur, quia vires potentiæ adjuvat, dum pondera attollenda, aut demittenda sunt, gravitate relativa admodum imminuta. Etenim quum gravitas absoluta sit ad respectivam, ut longitudo plani ad altitudinem, habebitur inter potentiam et pondus æquilibrium, dum potentia sit ad resistentiam, ut altitudo plani ad longitudinem; quod maximè vires juvare debet, adhibito plano eo gradu inclinationis, qui ad rem opportunior fuerit.

305 Cochlea, machina satis cognita, est cylindrus spiris continuatis sulcatus (fig. 29), quæ si prominentes sint, ut ita C, dicitur cochlea *mas*: alium verò cylindrum, qui has helices prominentes interna cavitate excipit ut D, *fæminam* appellare consueverunt: ex utraque enim cochlea tamquam parte machina componitur. Frequens ejus usus est in prælis typographicis, torcularibus etc., in quibus effectus pressionis maximè intenditur: verum ad elevanda, etiam, aut movenda pondera adhiberi posse, res est ex se manifesta.

306 Prop. "In cochlea potentia cylindro

immediatè applicata est ad pondus, ut distantia seu altitudo duarum helicum proximarum ad peripheriam cylindri." *Dem.* Eodem tempore quo potentia circumferentiam cylindri percurrit, pondus elevatur, aut deprimitur ad distantiam duarum helicum proximarum: spatium autem percursum exprimit celeritatem potentiæ ac resistentiæ: ergo celeritas potentiæ exprimitur per circumferentiam cylindri, ponderis verò per distantiam duarum helicum proximarum. Itaque ut in hac machina inter utramque habeatur æquilibrium, potentia ac resistentia esse debent in ratione reciproca celeritatum, id est potentia ad resistentiam esse debet, ut altitudo inter duas helices intercepta ad cylindri peripheriam.

307 Corol. Ut igitur utilior sit machina, seu minores vires à potentia impendantur ad premendum vel elevandum, helices invicem propiores esse debent, eadem manente cylindri crassitudine; aut hic crassior fieri, eadem perseverante helicum distantia. Verum peripheria major cylindri, plerumque vecte AB eidem inserto suppletur: in quo casu potentia est ad pondus, ut altitudo inter duas proximas helices ad peripheriam circuli, cujus radius sit distantia puncti, in quo potentia vecti AB applicata est, ab axe cylindri.

308 Cuneus est prisma triangulare ABC (fig. 30), machina, adeò omnibus nota, ut operæ pretium non sit illam describere. Nonnulli cuneum velut duplex planum inclinatum simul connexum, ac in eamdem aciem desinens con-

siderant, quod ejus figura satis exprimere videtur. Ex quo id planè deducitur, potentiam ope cunei tum æquare resistentiam obstaculi, quum ejus vis est ad vires obstaculi, ut latitudo basis cunei ad ejus altitudinem. Nam spatium, quod à potentia percurritur, est OC; partes autem KI separantur quantitate cunei basi æquali: celeritates autem se habent ut spatia percursa quum in machinis tempora ubique æqualia sint, quibus potentia ac resistentia agunt: ergo altitudo cunei designat velocitatem potentiæ, ejus basis resistentiæ celeritatem: adeòque in æquilibrio erunt, dum in ratione reciprocà constituantur.

309 Corol. Plura sunt instrumenta, quæ cunei speciem statim præseferunt, ut novaculæ, cultri, terebræ, imo ungues, rostra, dentes incisivi animalium ad cuneum reducuntur; quæ omnia eo efficaciora sunt, quo sub eadem altitudine acutior fuerit angulus, in quem desinunt. Ex geometria autem constat, angulum duabus lineis curvis comprehensum minorem esse quovis alio vel acutissimo, quem lineæ rectæ complectantur (Math. 318). Unde mirandum non est, si secures, falces, aliaque ejusmodi instrumenta curvas acies habentia, tam facilè in obstacula penetrent.

310 Schol. Nonnullus in cuneo duos vectes animadvertit sensu contrario agentes; ita ut alter sit latus EKC, in quo potentia in E, hypomochlion in K, ad punctum C resistentia sita intelligantur; quod pariter dicendum de altera cunei parte BIC; quodlibet enim ex lateribus

ita agit, ut dum B puncto I innititur, partem CDGK movere contendat; ac facili negotio idem contingere in latere EKC quisque animadvertit respectu alterius partis CHI. Hinc etiam I, qui ad duas machinas simplices reliquas conantur revocare; ad vectem et cuneum aut planum inclinatum reliquas pertinere contendunt. Quare si ad vectem cuneum, et ad cuneum planum inclinatum transferre arrideat, aut contra; facilè comperies, non immerito sensisse prælaudatos auctores, qui omnes machinas vectis esse variationes asseruerunt. Ceterum hæc parum ad naturam machinarum investigandam conferunt; suntque ex illis quæstionibus, quæ olim plurimum exercebant philosophorum ingenia, ut quisque partes promoveret, quas defendendas susceperat. Verum post longissimas concertationes verbo et scriptis per sæcula promotas nondum definitum est; utrum *materia appetat formas corruptas reduplicativè ut corruptas*. Quod quidem contingeret si magno æstu inter physicos disputaretur; num unum, an plura machinarum simplicium genera admitti deberent; adeoque prudenti consilio ab auctoribus prætermissam video hujusmodi disceptationem; et satis omnibus est, quid quisque sentiat, per transennam insinuasse. Quod si ad alias etiam quæstiones prudens hoc consilium adhibuissent, minorem molem voluminum bibliothecæ sustinerent.

PARS SECUNDA.

HYDROSTATICA PHYSICA.

CAPUT PRIMUM.

De fluidorum natura.

311 Quid sit *fluidum*, et *liquidum*, alibi jam tradidimus (art. 20), quemadmodum notiones *densitatis, voluminis, ac specificè gravitatis* (art. 206), quas hic ad manum habere oportet, ut quæ dicturi sumus, probè intelligantur. Fluidum *homogeneum* illud vocant, quod particulis saltem majorem partem constat similibus: neque enim ut homogeneum habeatur, opus est ut nullas prorsus alterius corporis molleculas, seu elementa contineat: tunc enim nullum fortasse foret in natura. *Heterogeneum* fluida diversæ speciei tamquam unum repræsentat; talis est aqua vino infecta. Ceterum in comparationibus duorum liquorum diversæ naturæ utrumque heterogeneum appellare mos est; quod talia sint ad invicem relata.

312 Plura sunt solida, quæ speciem fluidi corporis præseferunt, quum in aliquam molem congeruntur, ac fluida imperfecta vocant nonnulli: talis est acervus seminum, arenæ ca-

mulus cet., à quibus idea crescentis fluiditatis sumi potest. Quo enim partibus crassioribus ac gravioribus constant, à fluidis ad solida accedunt: dum verò partes eorumdem tenuiores, rotundiores, ac leviores existunt, eo magis fluidorum speciem præseferunt: ita ut si ad eam exilitatem reducantur, quæ eorum particulas omnino insensibiles reddat, in perfecta fluida transeunt, ac ab omnibus ut talia habentur. Hinc pro genuina fluidi notione hæc descriptio dari potest: "corpus cujus partes insensibiles ita sunt sibi mutuo conjunctæ, ut unam molem constituant; quæ tamen ita parum cohærent, ut minimæ pressioni cedant, ac ad motum concitentur."

213 Corol. Gradus fluiditatis innumeri haberi possunt. Nam pro majore partium subtilitate, minore cohæsione et gravitate fluiditas augetur: minuitur verò, quo partes in grandiora corpuscula, tenaciora, ac magis ad motum resistentia coaluerint. Hinc tot fluida cognoscimus diversæ adeo crassitudinis, ut à densioribus incipiendo ferè cum solidis mollibus confundantur, donec adeo tenuia evadant, ut *spiritus* ipsis nomen aptetur. Sic bitumen, naphtha, oleum, chylus, lac, sanguis, limpha, aqua, liquores distillati innumeros exhibent fluiditatis gradus: imo, observante Muschembroekio, crassiora fluida attenuatione evadunt subtilissima, ut confirmat experientia. Albumen ovi, tenax fluidum, incubatu per varios transit gradus, subtiliusque redditur, ita ut aqua attenuatior et volatilior evadat. Sanguis, crassis-

simus liquor, in corpore animali circulatione per vasa abit in serum subtilius, deinde in limpham tenuiorem vertitur; quæ tandem in spiritus subtilissimos tenuatur. Olea, quæ sunt fluida crassa, pariter tenuissima evadunt: Hombergius tradit, se libram olei sexiès calce viva distillasse, è qua quindecim uncias aquæ, una superstite olei uncia, postea recepit.

314 Corpora etiam solida attenuatione in fluida converti, æquè experientia compertum est. Mitto omnes species salis, metallorum ad ignem liquescentium, ceram, glaciem, cet., sed quod mirandum magis est, Langelottus aurum longissimo tritu in aquam verti comperuit. Hombergius cum aqua metalla diù attrita soluta fuisse affirmat: quam tamen pace Muschembroekii, non equidem appellabo conversionem in fluidum, sed attenuationem metallorum, qualem in aquis mineralibus animadvertimus; in quibus non vera fluiditas corporis metallici, sed extrema attenuatio ab omnibus dignoscitur. Quidquid de hoc, aliisque à prælaudato auctore à chemia mutuatis exemplis sit, illud ipsi haud contradicam; quemadmodum omnia firma minoribus particulis in se congestis concreverunt, mirandum non esse fluida iterum in firma sola partium conjunctione posse converti, quod longa itidem inductione confirmat, ac omnibus passim notum est. Plerumque hujusmodi transformatio solidorum seu meliùs *durorum*, in fluida, ope ignis obtinetur; aut patentis per incensionem, ut in metallis observamus, aut latentis per fermentationem, ut in solutionibus che-

micis: quamvis et fermentationes frigidas dari, quæ nullum caloris sensibilis indicium præbeant, non inficiemur. Ex hac observatione fortasse in mentem venit Cartesio, è motu intestino mollecularum fluiditatem provenire: contra nitentibus aliis, ab sphærica particularum fluidarum figura, illarumque minima cohæsione, aut vi attractiva, quam affinitatem alii vocant, repetendam esse fluiditatis causam. Quidquid sit de hujusmodi controversiis, quæ de metaphysicis rerum principiis nulla utilitate, imò et magna temporis jactura litem movent; illud certum omnibus est, mira subtilitate molleculas fluidorum donari, quæ figuram sphæricam, aut ad illam proximè accendentem affectant. Nam præterquam quod maximam lubricitatem in corporibus sphæricis in unam molem congestis animadvertimus, atque eo magis, quo tenuiora existant; conformationem sphæricam in particulis fluidis speculati sunt plures physici microscopio instructi. Derhamus vapores in obscuro conclavi observans, sphæricam figuram exhibere testatur; quod idem de fumo carbonum microscopio subjecto se vidisse asserit Muschembroekius: et nos de fumo olei è lucerna ascendente, quo vitrum ad observandas solis maculas inficere usus est, animadvertisse testamur. De lacte, sanguine, oleis, mercurio, obviæ sunt observationes. Quarè si in fluidis crassioribus, insistit Muschembr. id contingit; analogicè concludimus, id contingere in fluidis subtilioribus. Repercussio lucis sub angulo æquali incidentiæ idem in luce probat: quamobrem Cartesius, Wairanus,

Wolfius, aliique philosophi lucis particulis formam sphæricam adscribere non dubitarunt. Accedit etiam ab sphæricitate particularum non incommodè et fluiditatem intelligi, et diversos ejusdem gradus posse explicari. Nam quo particulæ rotundiores fuerint ac tenuiores, superficie minore donabuntur (Math. 383); proinde minor erit contactus, ac lubricum, seu fluiditas particularum major: contra verò iisdem ab sphæricitate deficientibus, prolixior contactus, ac renitentia ad motum. Ceterum ex intestino motu elementorum fluiditatem quandoque nasci, semper augeri, nullus diffitetur.

CAPUT SECUNDUM.

De fluidorum pressione.

315 Gravitas, quæ omnem materiam permeat, etiam in fluida suum exercet imperium: quare omnes mollecullæ seu elementa ipsa componentia gravitant ea lege, qua cetera corpora linea directionis ad horizontem perpendiculari ad terræ centrum feruntur. Hinc in vase aqua, aut quocumque alio fluido pleno, omnes molleculæ in ejus fundum gravitant, perinde ac si qualibet corpus esset durum supra aliud impositum, ac minimè lubricum. In hac hypothesi certum apud omnes est, corpora dura alia super alia imposita, fundum opprimere gravitate omnium simul corporum æquali; singula autem superiorum pondus sustinere, pro ratione distantiæ à fundo vasis. Ceterum fluidorum elementa summè lu-

brica ac labentia quum sint, minimo attactu ad motum concitantur (314): quare pressionem perpendicularem sentiendo, quaquaversus aufugere conantur, ut, qua data porta, ruant, nisi ab æquali aliorum reactione in officio contineantur. En igitur pressionem fluidorum in omnem, ut ajunt, sensum, seu versus omnes plagas superficiei concavæ in qua continentur, ac etiam contrà incumbentes moles, à quibus premuntur. Sed hoc, ut disputationi locus sit, ad modum scholæ est exponendum, ac difficultates ocurrentes enodandæ, quare sit

316 Prop. I. *Fluidorum particulæ in omnes partes pressionem exercent deorsum, sursum ad latera.* Prob. Gravitas est universalis materiæ lex, quæ omnia ac singula elementa afficit: ergo et fluidorum particulas æquè propellit in fundum seu terræ centrum. Rursus hæc pressio in centrum à molleculis sustineri non potest, quin ad motum concitentur, aut moveri nitantur; atqui hic motus seu nisus in motum fieri nequit sine pressione versus omnes partes fluidum ambientes: ergo omnes æquè sentiunt fluidi pressionem. *Prob. min.* Ex summa mobilitate globulorum fluidi, simul ac pressione perpendiculari opprimuntur, veluti cuneus, in interiores sese introducere conantur: at hi cedere non possunt, quin æqualem pressionem exerceant in laterales, ex quibus alter ascendere, alter descendere debet, similem pressionem ad contiguos extendens: ergo etc. Quod ut clariùs percipiatur, fac te globum quemdam in pyramidem è globulis mobilibus superincumbenti-

bus congestam, valido ictu horizontaliter arietare: planum est omnes globulos diversas sin partes disjiciendos: superiores sursum, inferiores deorsum, si solum permitteret, ictum sustinentes, horizontaliter dum globus irrumpit. Idem evenit dum super cumulum globulorum, puta sinapis, verticaliter globus demittitur, qui dum gravitate sua parva illa semina ad motum determinat, quæ pressionem sustinent, inter alia se introducere conantur, illa elevando, deprimendo, ad latera impingendo.

Hoc, quod ratione in fluidis contingere debere deducimus, experientia confirmatum videmus. Si tubum utrinque apertum superiore orificio digito obturato, ab inferiore in aquam perpendiculariter satis profundè immergas; aqua ob inclusum aerem contra ipsam nitentem parum elevatur: verum recluso orificio statim ad altitudinem æqualem, ac circum tubum affusus liquor conscendit, quod nisi à pressione superincumbentis provenire non posse, luce meridiana clarius est. In vase etiam canaliculi in diversas plagas respicientes, sursum, deorsum, horizontaliter solent aptari; è quibus reseratis, liquor in vase contentus continuò erumpit; atque eo majore vi quo fundo proximiores canaliculi collocentur. Quod si ad eamdem altitudinem omnes statuas, æquali impetu per meatus liquor effunditur.

317 Corol. 1. Si fluidum in vase contentum planis horizontalibus mente dividas, inferiora strata magis premuntur quam intermedia; supremum stratum quum aliud nullum ipsi in-

cumbat, sua tantum gravitate deorsum feretur. Propter eamdem rationem corpus aliud fluido immersum, eo majorem pressionem sustinebit, quo remotius à superficie fluidi collocabitur.

318 Corol. 2. Fundus omnium superincumbentium stratorum pressionem sustentat. Quod si fundi superficiem in parallelogramma aut æquales partes dividas, quælibet ex his pressionem sustinebit superincumbentis columnæ, æqualem facto ex ejus superficie in altitudinem fluidi: ac proindè pressio tota æqualis erit facto ex altitudine in superficiem vasis fluidum continentis (Math. 424).

319 Corol. 3. Ex hac generali pressionis in fundum lege pronum est deducere, positis liquoribus homogeneis: 1. "Si fundi seu bases et altitudines sint æquales, pressiones erunt æquales: quod pariter dicendum, si fundi sint in reciproca ratione altitudinum. 2. In fundis tantum æqualibus pressiones esse ut altitudines. 3. Contra verò existente æqualitate inter altitudines, pressiones esse ut bases. 4. Utrisque inæqualibus, pressiones fore in ratione composita basium, et altitudinum." Hæc quidem de vasis cylindricis, ac perpendicularibus dicta sint: quæ si aut inclinata, aut alterius figuræ fuerint, aliter discurrendum est.

320 Si vas fuerit ad horizontem inclinatum, ut ad ADF (fig. 31), fundus premitur juxtà directionem inclinationis AD; nam gravitas secundum talem inclinationem est ad absolutam ut AF ad AD (235); quapropter fundus D eodem modo premitur, ac si fluidum ejusdem ba-

sis D, altitudinis vero AF in ipsum gravitaret positione verticali. Demum cujuscumque figuræ vas sit à cylindrica diversa, pressio liquidi in fundum est semper æqualis facto altitudinis in bassim. Esto vas ACGS (fig. 32) figuram coni truncati inversi referens, ut plerumque sunt calices, qui in mensa apponi consueverunt: pressio fluidi in fundum vasis æqualis est facto ex fundo AC in altitudinem AB. Quare fundus pressionem sustinet columnæ A C B D tantum, reliquo fluido GAB, DCS parietibus vasis AG, CS sustentato. Nam fluidum, quod extra columnam fundo insistentem continetur, fundum nullo modo premit: non verticaliter, quia ipsi non insistit: non etiam horizontaliter pressione laterali; quippe talis pressio in æquilibrio servando cum reliquo fluido contra parietes vasis exercetur. Hoc quidem planum est, nec ulteriore indiget explicatione.

321 Quod tamen *paradoxon hydrostaticum* appellari consuevit, et experientiæ magis quam rationi aceptum referimus, est; columnam fluidi in vasis inversis talis figuræ pressionem majorem in fundum exercere, quam sit ejus gravitas specifica. Nam inverso hujusmodi vase (fig. ead), ita ut quod prius erat labrum superficiei GS, fundus fiat, parte AC in labrum mutata; basis GS premetur, quasi vas cylindricum foret, ac fluidum contineret triplo majus, quam in ipso includatur. Imò si vas longissimo collo ut GSP (fig. 33) promineat, fluidoque plenum sit; basis GS perinde premitur, ac si per totam altitudinem capacitatem GRTS ex-

porgeret, seu æqualis esset cylindro altitudinem BP, basim GS habenti. Hujusce paradoxi hanc afferre solent expositionem. Columna fluidi è parte superiore P, usque ad B pressionem urget in adjacentes columnas EE, OO, FF, II etc. et ita ut si foramen, aut canalibus aperiatur in qualibet ex partibus F, E, O, I etc. liquor immissus ab orificio superiore P ea velocitate erumpet, qua ad P posset ascendere per latera EA, OC, FK, VT (331); columnæ igitur EE, OO etc. pressionem sustinent æqualem columnæ PB, quam reactio lateralis parietis AG, CS in fundum retrudit. Itaque pressio tota fundi æqualis est pressione cylindri RGST altitudinis PB: undè ingens pressio exigua fluidi quantitate potest obtineri, producto nimirum collo vasis, aut tubo adjuncto ad modum colli; quo facto, experientia docuit, fundum satis firmum à prementе vi disruptum fuisse; perinde ac si à columna cylindrica æqualis altitudinis opprimeretur.

322 Neque dixeris 1. Pondus ab eo, qui lagenam aut vas talis figuræ palma manus sustentat, non majus sentiri, quam sit liquidi in eo contenti gravitas; non verò triplo majus, ut esset, si vas cylindricum altitudinis PB diametri GS fluidi plenum, palma manus supposita, sustineatur. Pressio siquidem interna inter parietes vasis exercetur, cujus vires quum utrinque elidantur à firmitate laterum vasis, in æquilibrio remanent, quin pressionem ad externas partes communicent. Fac elastrum vi sua restitutrice superare posse libras 20, eoque amplius si illud benè compressum capsula in-

cluseris undique firmiter obserata; latera quidem capsulæ pressionem sustinebunt 20 lib. æqualem; quam tamen dum manu tenes, pondus tantum absolutum gravitatis capsulæ et elastri sustentabis.

323 Dices 2. Si fluidi partes superiores premerent inferiores, hanc pressionem sentiret corpus solidum fluido submersum; hoc autem experientiæ contrarium est: ergo etc. *Prob. min.* Dum corpus solidum altè demersum extrahitur directione ad horizontem perpendiculari, idem pondus experimur ac si ex minore profunditate educatur: atqui dum profundè immersum est, ponderosius esse debet ab altitudine majore incumbentis columnæ: ergo etc. R. *neg. min., et dist. min. prob.* ponderosius esse debet gravitate absoluta, *conc. min.*, gravitate relativa, *neg.* Si pressio fluidi tantum deorsum versus ageret, corpus et sua, et columnæ superincumbentis gravitate premeretur, nec unquam posset attolli, nisi vi utramque superante: attamen partes fluidi inferioris sursum versus aguntur à circumstantibus (316), adeòque corpori immerso eam directionem imprimunt, qua sursum agitur. Idcirco corpus fluido circumdatum, eam tantum partem sui ponderis retinet, qua superat gravitatem fluidi specificam, ut mox videbimus. Quod si in fundo ita collocatum sit corpus, ut nullus aditus ex inferiore parte detur fluido superincumbenti; ex. gr. si in fundo perfectè plano ac lævigato corpus basim perfectè planam ac lævigatam habens collocetur, quod undique liquido

circumdatum sit; ut hoc corpus sursum agatur, opus est vincere resistentiam tum gravitatis solidi, quum etiam columnæ fluidi solidum prementis.

324 Inst. Vis gravitatis est deorsum tendere: ergo molleculæ superioris fluidi, quæ gravitate sua inferiores premunt, nequeunt eas ad ascensum sollicitare. R. *conc. ant. dist. cons.* nequeunt ad ascensum sollicitare via recta sive *directè*, ut loquuntur scholæ, *conc. cons.* ex vi reactionis seu *indirectè*, *neg.* Nam ipsa minimarum mollecularum figura cuilibet nisui cedens, efficit, ut omnes quaquaversus agant, ac lateribus vasis pressionem communicent; quæ reactione pari nisui particularum versus omnes plagas eas iterum remittit. Hoc passim in machinis experimur, in quibus gravitas diversè applicata attollit pondera, quæ juxta gravitatis indolem ad descensum sollicitari deberent. Quod autem contrarios nisus à gravitate sentiant particulæ, nihil absurdi continet, ut clarum est in æquilibrio bilancis, in quo à gravitate ad ascensum et descensum simul sollicitantur pondera in æquilibrïo constituta, viribus utrinque sese elidentibus.

325 Dices 3. Si fluida quoquoversus premerent, è parte superiore ascenderent; nam pressio lateralis ac verticalis à parietibus vasis eliduntur; quod non evenit è regione superiore, tantum à levissimo aere resistentiam sustinente: ascendet igitur ex hac parte, contra experientiam contrarium docentem. R. *neg. sequelam*, quam non evincit adjuncta probatio.

Etenim nisus ascendendi in molleculis suppositis provenit à nisu descendendi, quem superiores in ipsas exerunt: unde quum tanta sit reactio, quantus nisus superincumbentium, æquilibrium sequatur necesse est.

326 Insist. Ex præjactis supra corol. 1, strata inferiora majorem pressionem sustinent, quam intermedia: ergo quæ remotiora sunt, à fundo ascendent, quoniam minus premuntur à superioribus, quam ab inferiorum reactione sursum trudantur. R. *conc. ant. neg. cons.* et adjunctam *prob.* Pressio quidem major est, quo molleculæ magis ad fundum accedunt; reactio tamen ubicumque præssioni æqualis invenitur, unde æquilibrium per omnes fluidi partes servatur. Concipe columnam mollecularum à superficie ad basim incumbentium, quæ numero quarta sit: quintam premit vi ut quatuor, eademque ab ipsa reprimitur: quod pariter de quinta in sextam, et sic deinceps usque ad ultimam: quare æquilibrium servantes, omnes in statione remanent, quin ascendant, aut descendant. Idem dicendum de mollecula, quæ proximior alteri lateri ab altero remotior sit: quo in casu etiamsi numerus pressionum lateralium major sit, reactio utrinque æqualis est: uti de perpendiculari ostensum manet.

327 Dices 4. Hujusmodi pressionem non sentiunt urinatores ad fundum maris descendentes ad expiscandas margaritas; at sentire deberent, si tanta est superinstantis fluidi pressio in fundum, ergo etc. R. *dist. min.* Sentire deberent, si tanta est pressio undique æqualis,

neg. si esset inæqualis, *conc.* Tunc enim ab inæqualitate pressionis judicium comparativum nasceretur; at hæc inæqualitas abest, quia omni ex parte blandam et æqualem sentiunt pressionem urinatores, quin hac illacve majori aquarum pondere urgeantur; quos tamen aliquando sanguinem per nares ac meatus alios corporis emittere testatur Desagulierus.

328 Dices 5. Si vas fluido plenum ad diversas altitudines perforetur, liquor profundior majore, superficiei proximior minore celeritate fluit: at si pressio esset ubique æqualis, æqualiter flueret ad quamcumque altitudinem: ergo etc. R. *dist. min.* Si pressio esset æqualis, et æquale pariter pondus, *conc. min.* æqualitate ponderis deficiente, *neg.* Probè distinguenda sunt pondus et pressio: illud ad diversas altitudines varium est, ut corol. 1. notavimus: hæc ubique semper æqualis est; non quidem virium prementium, at æqualitate actionis et reactionis in particulis invicem agentibus.

329 Schol. Ex hactenus dictis eruitur, in fluidis compressionis capacibus strata ad fundum collocata densiora esse, quam intermedia, et hæc, quam superiora. Nam densitates sunt ut volumina inversè (45): quumque magis compressa sint infima strata, à pondere superiorum ad minus volumen redacta; plus densitatis habeant, oportet. Contrarium evenire in extimis stratis ob eamdem rationem, in medio positum est.

CAPUT TERTIUM.

De fluidorum æquilibrio.

330 TUBI aut *vasa communicantia* illa dicuntur, in quibus fluidum ab uno in aliud transmeare potest. Vasa autem diversæ *altitudinis*, *inclinationis*, *subtilitatis* esse possunt; quemadmodum liquores infusi, ac per tubos communicantes, diversas densitates habere. Quod ad tubos attinet, omnes sub eadem lege comprehenduntur, nisi capillares sint, de quibus mox agemus. Non ita evenit in fluidis heterogeneis, quæ diversas leges sectantur, ut sequentibus propositionibus statuemus.

331 Prop. I. "Fluida homogenea in tubis communicantibus affusa, etiamsi diversæ inclinationis aut amplitudinis sint, ad eamdem altitudinem ascendunt, ac ad æquilibrium componuntur." *Dem.* Esto tuborum intus communicantium (fig. 34) ramificatio diversæ amplitudinis ac inclinationis vasa continens, ut sunt CH, AB, ZS, DF; è quocumque ex tuborum orificiis liquorem infundas, per omnes, experientia docente, ad eamdem altitudinem, puta CAZD, postquam quievit, fluidum componitur, ita ut linea ad sensum recta CD horizonti parallela, quæ *libella* seu linea *libellationis* dicitur, ejus superficies comprehendatur. Nam æquilibrium habetur, quum pressiones hinc inde æquales sunt; at in prædictis tubis fluidi columnæ, sive majoris sive minoris diametri

sint, aut diversas habeant inclinationes, eamdem pressionem exercent: ergo ad æquilibrium debent componi. Nec mirandum exilem liquoris columnam RH sustinere posse crassioris AB pondus, et cum ipsa æquilibrium servare: nam dum massæ sunt in ratione velocitatum reciproca, habetur æquilibrium (273): enimvero velocitas in RH est ad velocitatem in AB, ut massa fluidi in AB ad massam fluidi in RH: æquales igitur utrinque sunt vires, ac æquilibrium servari debet. Quod autem massa RH ea quantitate celeritatis alteram AB supperet, qua hæc eamdem massa vincit, sic ostenditur. Fac diametrum tubi AB decies alteram tubi RH continere: ut fluidum per RH infusum in AB ad altitudinem unius pollicis elevetur, decies major quantitas descendere debet per RH: ergo massa AB decies superans RH, celeritate decies majore ab ipsa superatur; seu vires quæ sunt semper in ratione composita massarum, et celeritatum, quum hic massæ sint reciprocè proportionales celeritatibus, sunt æquales.

332 Amplius idipsum illustrare placet doctrina tradita superiore capite de pressione fluidorum in vasis majoris diametri ad superficiem, quam ad inferiorem basim. Columna fluidi in AB contenti fundum non premit (qui in G concipi debet, ubi æquales sunt à superficie liquidorum distantiæ), nisi vi æquali columnæ CHG, seu ABG diametro BG; reliqua enim pressio fundum BG non urget, ut ostensum est capite præcedente de vasis simili figu-

ra constructis. Concipe tubum ABG non communicantem cum RHG; sed utrumque in G desinentem: pressio quidem ABG æqualis certè erit pressioni CHG: ergo eadem exerceri debet in casu communicationis utriusque tubi. Neque enim ulla concipi potest ratio sufficiens, cur majorem vim exercere debeat in fundum G, si fluidam, quam si solidam ejus superficiem concipiamus; quum pressio non ex natura fundi, verum ex gravitatis indole, quæ in utroque casu eadem est, imprimi debeat.

333 Quod si tubi diversam habeant inclinationem, legem sequuntur alibi traditam (235), in planis inclinatis servari solitam: nimirum etiamsi columna ZS minor sit, ac proinde minorem liquidi quantitatem contineat, quam altera DF; celeritate eamdem toties superat, quoties ab eadem massæ quantitate vincitur. Celeritas quippe in ZS est ad celeritatem DF, ut DF ad ZS, seu DN (234): hoc est columna minor tota sua gravitate in majorem nititur, dum hæc parte gravitatis æquali DN in ipsam reagit; reliqua pars, qua aliam superat, à plano inclinato DF sustentatur.

334 Corol. 1. Moles aquarum, sive majores ut maria, lacus, flumina, sive minores ut stagna, fontes artificiales, vasa etc. superficiem affectant ad *libellam* superficiei terrestris globi conformem, seu proximè sphæricam, aut sphæroidalem juxtà dicta de figura globi terraquei (256). Nam omnes partes fluidi pro distantia à centro terræ in ipsum feruntur (222):

unde ut æquilibrium servent, ad figuram ipsius se conformare debent, secundum majorem aut minorem distantiam à centro (209) telluris. Porrò quamvis ad sensum mare velut æquor appareat; re tamen superficiem valde convexam habet; ut perspicuum fit, dum naves à longè venientes conspicimus; quarum primum summitates, deinde antennas, vela, carinam demum lustramus.

335 Corol. 2. Ex hac fluidorum proprietate origo fontium, puteorum, ac etiam salientium aquarum vel ad eximias altitudines conscendentium derivatur. Nam si aqua in altissimorum montium receptaculis continetur, ac per meatus ac spiracula terræ deorsum fertur, tamquam per tubos subtus colles humiliores descendens; ad altitudinem æqualem illi, ex qua descendit, ad æquilibrium statuetur, aut etiam perenniter fluet, si minor sit altitudo, aditusque pateat: ut contingeret si infra punctum *m*, aut D (fig. 34) tubus meatum haberet, ex quo aditus fluido daretur: aut tubus parvus esset, ac in BH desineret, aliis ad altitudinem AZD fluido repletis; tunc enim aqua per foramen superius ad altitudinem *m* elevaretur, aut paulò inferius propter vires à frictione deperditas. Hinc in salientibus artificialibus observamus, aquas magna vi erumpentes extra modum atolli, ut ad altitudinem ex qua descenderunt, cum fluido inibi existente ad æquilibrium statuantur. Ac re quidem ita consisterent, si in tubo ejusdem altitudinis reciperentur.

336 Dices tamen. In barometro columna mercurii ad 27 aut 28 pollices ascendit in tubo majore, in minore autem vix ad pollicem elevatur; quum ambo infernè communicent. R. Idem contingeret in tubis quibuscumque, si orificium superius occluderetur, uno tantum aperto remanente: tunc enim ex parte inferiore premitur à columnæ aeris pondere incumbente, dum idem aer nihil agit in partem *hermeticè* clausam: tumque æquilibrium habetur inter columnam mercurii 27 pol. altam, et columnam aeris ejusdem diametri, altitudinis tamen quanta est atmosphæræ terrestris elevatio; quod magis ubi de aeris natura agetur, ac in sequenti propositione illustrabitur. Dum verò tubi supernè aeris pressioni subjacent, quum ex omnibus orificiis aditus pateat aeri, ab ejus pressione ubique æquali æquilibrium turbari nequit.

337 Prop. II. "Quando fluida heterogenea tubis communicantibus infunduntur, in æquilibrio sistunt, quum illorum altitudines, et gravitates specificæ sunt reciprocè proportionales." *Dem.* In hujusmodi fluidis tam homogeneis quam heterogeneis æquilibrium obtineri non potest, nisi pressiones sint utrinque æquales: verum æqualitas in pressione existere nequit, dum altitudines non sint reciprocè ut densitates. Nam pressio fit ratione gravitatis; gravitates autem æquales esse non possunt in corporibus diverso volumine donatis, nisi volumina sint reciprocè ut densitates (45): ergo cum obtinebitur æquilibrium, quum altitudo

seu volumen in leviore fluido sit ad volumen gravioris, ut hujus densitas ad densitatem levioris; quod est, rationem inversam altitudinis et gravitatis servare. Concipe per tubum AB (fig. 34) mercurium et aquam simul infundi, quorum densitates et volumina sunt ut 14 : 1; ad æquilibrium tum se component, quum aqua in columnam 14.es altiorem, quam illa sit mercurii, se conformaverit.

338 Corol. 1. Ex hac lege fluidorum deducitur methodus inveniendi diversas gravitates specificas eorumdem. Nam si immittantur in tubos communicantes, in quibus accuratè divisa sit altitudo in partes æquales; à diversitate altitudinum differentia inter densitates deducetur. Ut enim modò ostendimus, si aqua et mercurius in hujusmodi tubis immittantur; mercurius ad unum pollicem ascendet, aqua ad 14 elevata. Idem obtinetur effectus in tubis non communicantibus, cylindricis, ac ejusdem diametri, si pondere omnino æquali duo fluida statuantur; altitudinibus, ut prius, notatis in tubis: planum quippe est, mercurium et aquam ad altitudines, quæ sint ut 14 : 1 fore elevanda. Quæ quidem methodus tum aptior videtur, quum liquores ita parum gravitate discrepant, ut in affusione facilè promisceantur ob vim in descendendo conceptam, ut notavit Wolfius in Hydrostatica; qui tamen monet, ut inter utrumque mercurius permisceatur, quo contactus arceatur. Verum dum fluida densitate nimium differunt, hujusmodi commixtio non est pertimescenda, quæ à diversa gravitate sa-

tis vitatur. Majus incommodum timet Horvath ab attritu, effervescentia, ac tuborum præsertim angustorum attractione, de qua modo verba faciemus.

339 Corol. 2. Si diversa fluida in eodem tubo aut vase cylindrico infundantur, omnes juxta gravitatis specificæ varietatem ad diversas altitudines collocabuntur: gravissima infimum, minus gravia medium, ac sic deinceps, levissimo supremum locum tenente. Quod si omnia æquali pondere prius examinentur, densiora minorem altitudinem, leviora majorem affectabunt in reciproca densitatum ratione.

CAPUT QUARTUM.

De tubis capillaribus.

Obiter hic tuborum capillarium phænomenon exponere satius judicavi, quos aliam omnino sequi legem ab ea à crassioribus tubis servari solitam, experientia magistra docente, animadversum fuit. *Tubi capillares* illi audiunt, quorum interna diameter adeò exigua est, ut crines aut capilli crassiores esse solent, quorum conformatio in formam cylindricam, ob similitudinem cum tubis, nominis impositioni locum dedit. Neque tamen id exigit tuborum capillarium natura, ut ad exilitatem capillorum conformata sit ejus diameter; quum plerumquè quid ad experimenta adhibentur, interna cavitate crines etiam pleniores superent; quin etiam num definitum sit, intra quam amplitudinem

tubi capillaris diameter comprehendatur. Ad duas lineas, aut etiam duas lineas cum dimidia extendi posse affirmat Brissonus. Imo neque figura tubi circularis adeo necessaria est, ut si prismaticam, triangularem, conicam obtineat interna tubi capacitas, ejusmodi effectus non edat; quum spongiosa, ac imbibentia corpora ut lana, saccharum, sal, fibrillæ plantarum, aliaque, veluti tubi capillares habeantur, similiaque phænomena edant iis, quæ statim exponemus; quin figuræ adeo regulares sint, ac tubi ad tentamina adhiberi soliti.

340 Phænom. 1. Si in vas liquoris plenum tubus capillaris ab alterutro ex orificiis infundatur, fluidum supra libellam intra tubum assurgit, quod autem exterius circumdat tubum cum reliquo liquore ad libellam compositum permanet. Ascensionis autem altitudo in aqua etiam ad 20 lineas solet observari. Neque refert, ad quam profunditatem tubus immergatur. Verum dum superioris orificii lumen hermeticè clausum est, liquor ferè nihil ascendit.

341 Phænom. 2. Quod si idem tubus in diversos liquores immergatur, elevatio quædam obtinetur, varia tamen semper, quin densitatum rationem sequatur. Nam spiritus vini aqua levior minus ipsa attollitur; hæc minus acido nitroso, hoc aqua salsa, quæ etiam minus acido sulphureo, aut oleo vitrioli in tubo assurgit, et hæc minus quam urina etc. Neque minus densa magis attolluntur præ densioribus, quippe urina specificè gravior est acido sulphureo, et oleo vitrioli. Unde à densitate majore aut minore

nullum adjumentum sperari potest ad singularis hujus phænomeni explicationem enodandam.

342 Phænom. 3. Quando tubi diversæ diametri ad experimentum adhibentur, altitudines supra libellam fluidi sunt in ratione inversa diametrorum; ita ut quo minor est diameter, major elevatio obtineatur. Quod ad altitudines tuborum attinet, nihil conferre docent plures contra Muschembr. quem fortasse exscripsit Altierus, qui multus est in sustinendo, à majore vel minore altitudine tubi respondentem elevationem obtineri; nulla tamen constanti lege servata, ut in diametris fieri animadversum est.

343 Phænom. 4. Contrarium omnino evenire in mercurio, ac metallis fusis conspicitur, in mercurio præsertim, dum tubus capillaris injicitur, infra libellam pars fluidi intra tubum contenti deprimitur; atque eo magis, quo subtilior sit foramen seu interna capacitas tubi, ita ut rationem inversam diametrorum depressio etiam affectare videatur. In tubo verò capillari ex stanno confecto ad libellam remansisse mercurium, se observasse testatur Brissonus. *Ludenna* etiam illud observatu dignissimum asserit, quod ipsa aqua ultra libellam non ascendat, si tubuli non ex vitro, sed ex cera aut alia materia construantur, quod alium observasse reperio neminem.

344 Phænom. 5. Si tubi communicantes sint, sed diversæ magnitudinis, ac inclinationis, uno aut pluribus ex ipsis in capillarem conformatis, ut RH (fig. 34); in A, Z, D liquor ad libellam CD conformatur, dum in R ex *m* ad *n* attollitur;

eoque amplius juxta diversitatem liquorum modo indicatam. Hinc clarius evincitur, in tubis capillaribus legem generalem æquilibrii fluidorum non servari.

345 Varia est pro hominum ingenio ac partium studio hujusce phænomeni expositio. Alii enim ab aeris aut alterius fluidi diversa pressione intra tubum, ac in aperta atmosphæra derivant, quum in tubo ob foraminis exilitatem, ac parietum internorum ejusdem angustias, aer aut materia subtilis non parum ab hoc impedimento detineantur, ne liberè in fluidum incumbant; dum in apertiore vasis superficie tota mole sua ruunt. Si hæc de aere atmosphærico vera essent, intra machinam pneumaticam aere exantlato hujusmodi pressione cessante effectus non sequeretur contra ac experientia nos docet. Quod ad materiam subtilem attinet, etiamsi intra Boyleanam machinam vires suas exerere permittamus, alia sunt, quæ Cartesianis solvenda remanent, atque etiam contra pressionem aeris objiciuntur. 1. Si ab inæqualitate pressionis, seu ut Ludenna vult, ab inæqualitate resistentiæ ascensus proveniret; in tubo longiore, ubi major est resistentia internæ pressioni, major elevatio observaretur: quod evenire tentaminum physicorum auctores se observasse negant. Muschembroekio excepto. 2. Liquores ascendere deberent in ratione inversa densitatum, contra ac phænom. 2 innuimus. 3. In mercurio elevatio etiam succedere deberet; quippe eadem resistentia supernæ pressioni objicitur à tubo. 4. Si, tubo extra fluidum retento, per partem tubi

externam gutta ejusdem fluidi descendere permitatur per totam ejusdem longitudinem, orificium internum attingens gutta, sursum versus agitur, perinde ac si fluido immergeretur.

346 Alii fluidum existimant ob viscositatem repere per internas tubi inæqualitates, quemadmodum per tabulata in modum plani inclinati disposita quidam ad supremas contignationes ascendunt. Et quidem dum tubi in liquorem fortius impinguntur, attritus ille contra internam superficiem, scabritie juvante, nonnihil posse ascensum juvare non inficiamur. Verum satis esse ad superficiem fluidi tubum applicare, ut contra naturam gravitatis ascendat, testimonio physicorum accepimus, ac etiam ex his, quæ modo num. 4. notavimus, horum opinio convellitur. Deinde olea, quæ tenaciora sunt, minus sua viscositate repunt, quam fluidiora alia liquida, ut phænom. 2 exposuimus.

347 Demum ne longius abeam, Newtoni sectatores ad attractionem confugiunt. Nam tubi materia, inquiunt, densior quum sit materia fluidi, illud potentius trahit ubi exigua illius quantitas se offert, à reliqua fluidi massa separata. Enimvero si hæc ita se habeant, attractio hujusmodi exerceri debet in ratione inversa massæ seu densitatis, scilicet quæ minus densa fortius, densiora remissius attrahentur. Deinde tuborum attractio proportionalis ipsorum massæ esse deberet: adeoque densiora præ minus densis fortius agerent, contra atque experientia demonstrat. Quod si tubi è materia minus densa, ac liquores sint, constructi forent,

ab ipsorum elementis fortius attracti infra libellam descenderent, quod pariter eventis non congruit. His rationibus oppressi attractionum defensores, ad peculiarem attractionem confugerunt, quam *affinitatem* solent vocare, è qua quidem lege si in natura rerum existere demonstraretur, non invitè contraria phænomena supra exposita conciliarentur. Verum dum melior lux physicæ non affulgeat, quæ affinitates hujusmodi in natura esse luculentius nos doceat; ignota ac incerta causa pro vera intruditur, quod est physicam pervertere. Unde satius duco me *Davum esse, non Œdipum* confiteri, qui ejusmodi ænigmata enodare præsumam.

348 Ceterum quæcumque talium phænomenorum sit causa, certum est, illam existere; ac ab ipsa originem ducere vegetationem plantarum, in quibus exigui canales, per quos succus nutricius ascendit, veluti totidem tubuli considerari possunt, qui alterna contractione, ac dilatatione ab interno terræ, externoque solis calore, frigoreque nocturno, aut venti frigidiusculi actione adjuti, succum nutricium ad sublimiores partes deferunt, aptèque distribuunt. Elevatio itidem vaporum per atmosphæram, si Noleto fidem habemus, inter tuborum capillarium phænomena accensenda est. Quod etiam de liquoribus, per spongias, pannis ac telarum lacinias, saccharum, lapides porosos, materiasque omnes bibulas ascendentibus, dictum habe.

CAPUT QUINTUM.

De solidis fluido immersis.

349 Fluidum, in quo solidum infunditur, aut specificè gravius, aut specificè levius, aut ejusdem est, ac solidum, gravitatis specificæ. Porrò gravitas specifica corporum est proportio, quam habent eorum pondera, dum sub æquali volumine continentur. Sic aurum specificè gravius aqua dicimus, quoniam gravitas ejusdem cum aquæ gravitate collata major est, ut sæpius jam innuimus.

350 Prop. I. *Corpus specificè gravius fluido leviori immersum tantum de pondere suo amittit, quanta gravitas est voluminis fluidi ab eo de loco depulsi. Dem.* Quem locum occupabat fluidum antea, nunc obtinet solidum immersum: at gravitas fluidi depulsi sustentabatur à circumambientibus fluidi columnis: ergo ab eisdem etiam pondus solidi immersi sustinetur. Hoc, quod experientia quotidiana in solidis fluido immersis elevandis comperimus; clarius sequenti tentamine comprobari solet, quod à Muschembroekio desumunt plerique auctores. Sunto duo parvi cylindri ex eodem metallo; cavus alter, alter solidus prioris cavitatem perfectè complens: tum crine equino unus supra alterum ex alterutro bilancis brachio suspendatur, ac postea ponderibus immissis in lancem respondentem ad æquilibrium comparentur. Vas deinde aqua ple-

num admoveatur, in quo cylinder solidus, infra cavum collocatus, demersum penitus maneat, continuò æquilibrium rumpitur, altero brachio deorsum acto, ut fit, cum alterum præ altero ponderat. Corpus igitur demersum aliquam sui ponderis partem amisit. Quam autem inquies? En: cylindrum cavum aqua comple; continuò æquilibrium restituetur. Quamobrem? quia cylinder cavus eamdem aquæ quantitatem continet, quam solidus è loco suo depulit. Quodcumque enim aliud fluidum, aut specificè gravius, aut levius immittas, numquam æquiparantur, nisi aut ejusdem, ac aqua, gravitatis fuerit immissum, aut pondus aquæ volumini respondens injeceris, vel etiam ex altera lance detraxeris; quod luculentissimè assertum demonstrat.

351 Corol. 1. Quæcumque corpora mole paria, etiamsi diversissimæ sint densitatis, æqualem ponderis sui partem in idem fluidum levius immissa deperdunt. Omnia enim æquale fluidi volumen loco propellunt; at pondus amissum ex præc. prop. æquale est ponderi fluidi è loco, quem occupant, expulsi: ergo quæcumque sit densitas, dum idem est volumen, eadem est quantitas, seu pondus amissum. Gravius tamen præ minore ponderabit ea arithmetica proportione, qua extra fluidum pondere dissidebant, ut est manifestum.

352 Corol. 2. Contra verò si densitas eadem in omnibus sit, moles tamen diversa; pondera amissa erunt in ratione voluminis. Quod pariter dicendum, si solidum idem foret, in fluida

tamen diversæ densitatis infundatur: pondus scilicet amissum erit in ratione densitatum, in densiore majus, in leviore minus pondus amittet. Ex æqualibus quippe molibus fluidi illa gravior est, quæ densior; levior, quæ minus densa extiterit: atqui solidum idem, in quodcumque fluidum immergatur, eamdem quantitatem ejusdem expellere debet. Hinc facilius pondus quodvis è fluido densiore, quam è minus denso extrahes: puta ex aqua salsa, ut illa maris existit, quam ex aqua dulci fluminum, lacuum, ac fontium. Nil ergo mirandum naves profundius in flumen, quam in mare immergi, et quod navis in aqua salsa justum pondus esset, in dulci eam demersum ire, quoniam profundius in hac submergitur; quod magis confirmabitur seq. art.

353 Corol. 3. Quando corpus immersum gravius est fluido ab ipso depulso, gravitate relativa ipsi residua in fundum detruditur, dum ab aliquo obstaculo non retineatur. Residuum enim gravitatis, quo corpus æquale volumen fluidi superat, effectum suum sortiri debet, illud nimirum in fundum detrudendo, qui effectus proprius est gravitatis. Hinc si comparentur plura corpora fluido infusa in fundum decidentia, descensus velocitas erit in ratione recta ponderum residuorum. Quo enim majus pondus remanet corpori immerso, celerius in fundum ferri debet, ut res ipsa monet.

354 Corol. 4. Dum solidum penitus immersum à fluido circumdatur, tanto majorem compressionem patitur, quanto profundius descen-

dit. Quod si ad diversa fluida eadem pressio comparetur, major erit in densiore, minor in leviore in ratione directa densitatum, dum altitudines sint æquales. Quæ si diversæ fuerint, pressiones erunt in ratione earumdem composita. Nam ut cap. 2. corol. 1 et 2 ostendimus, fluidi strata inferiora à superioribus premuntur, ita ut fundus omnium simul pressiones sentiat: itaque si corpus fluidi locum obtineat, eamdem pressionem ac fluidum sustinere debet à superincumbentibus columnis fluidi juxta altitudinem, ad quam in fluido seu vase statuatur. Rursus pressio crescit in ratione densitatis; ergo major à densiore, minor à leviore debet esse compressio.

355 At, inquies. Nos undique aere circumdamur, quin ullam ab ipso compressionem sentiamus: aer autem fluidum est agens juxta leges hydrostaticæ: ergo falsum est quod deducimus. R. *dist. maj.* quin pressionem sentiamus judicio comparativo, *conc.* quin sentiamus physico effectu, *neg.* Verum est quod antiqua fert parœmia: *ab assuetis non fit passio.* Ab ipso momento, quo in lucem edimur, ab aere atmosphærico undique nos circundante opprimimur, eoque magis, quo in majorem molem seu superficiem excrescimus: ita ut homo mediocris staturæ pressionem plus quam 30000 librarum sustineat. Neque adeo constans est talis gravitatio, quæ sæpius non augeatur: in locis quippe humilioribus, ut est ora maris, valles, profunditates, hæc pressio pro ratione altitudinis columnæ atmosphæricæ crescere debet. Verum

1. Sensationes continuatas, quas *habituales* vocant, ferè non discernimus, ut quisque in se facilè experietur in vestimentis, quorum pondus hyberno præcipuè tempore ad plures libras crescit. 2. Intrinsecus etiam eodem fluido coalescimus, quod cum externo communicans æquilibrium servat, unde externa pressio cum interna reactione sustinetur. Effectus autem notatu dignos experiuntur, qui aut è leviore aere in densiorem traducuntur, ut in Alpibus helvetiis degentes, dum ad planities descendunt, morbo illo quem dixere *nostalgiam* sive *desiderium patriæ*, corripiuntur ob graviorem aeris in animalem machinam compressionem; aut qui *vervecum in patria, crassoque sub aere nati*, ad subtiliorem aerem inspirandum transferuntur, in hecticam febrim, phthisim, aut tabem incurrere solent.

356 Dices iterum. P. Franciscus de Lanis in vas ad duos pedes altum aqua oppletum immisit globum vitreum, 18 granis pondus aquæ excedentem, et crine equino sustentatum, ut, quum ad imam profunditatem appulsus esset, ejus pondus examinari posset. Facto periculo observavit, grani semissem tantum de pondere amisisse: ex quo id deducitur, globum nullam in fundo pressionem sensisse majorem ea, qua ad quamlibet altitudinem opprimebatur. Si enim major fuisset pressio in fundo, pondus etiam auctum fuisset, ut luce clarius est. Quod autem ad grani semissem attinet, eam ad pondus crinis pertinere compertum fuit, postea examinato pondere ejusdem in aqua demersi. Respon-

deo, ab exposito tentamine id tantum deduci, quod jam alibi insinuavimus; aqua non esse compressionis capacem, quæ columnis superincumbentibus cedat; quum globus cupreus aqua plenus fortissimæ torcularis pressioni restiterit, qua ad compressionem adigebatur. Aer autem ac pleraque alia fluida compressionis capacia esse, mille experimentis innotuit. Quod fortasse etiam verum est de aqua marina, aliisque impuris ob admixtionem aliorum corporum heterogeneorum, in quibus tentamen compressionis institui deberet, ut id innotescat. Fortassè etiam ad majorem profunditatem tentamen de Lanis alium efectum edidisset. Jam si aqua comprimi nequit, pressionem superiorum columnarum æquali reactioni inferiores elidunt; unde globus à superincumbentibus oppressus ab inferiorum reactione sustinebatur, quo fiebat ut æquè in fundo ac in superficie gravis esset.

357 Prop. II. "Si corpus specificè levius fluido in illud immitatur, partim supernatat, partim immergitur; removens volumen fluidi ejusdem ponderis, ac totum corpus, quod sustinet." Demonstratio hujus asserti adeo familiaris ab experientia omnibus facta est, ut nullus sit, qui nesciat, spongiam, pleraque ligna aquis supernatare, quia leviora hoc liquore sunt. Quod autem fluidum expellant ponderi suo æquale, sic ostendo. Fluidum nullo modo locum cederet, nisi gravitate à solido superaretur: ergo eatenus debet cedere, quoad gravitate sint paria, sive volumen expulsi æqualis sit ponderis

ac solidum quod sustentat. Si enim excessus ex alterutra parte esset, vel solidum amplius mergeretur, vel fluidum illud expelleret, si gravius illo foret: à minori enim pressione ejus resistentia vinci non posset.

358 Corol. 1. Solidum specificè levius est fluido, quando ipsi infusum supernatat. Nam si gravius esset, demergeretur (350). Hinc naves etiam vastissimæ ac mercibus onustæ leviores sunt æquali volumine aquæ, cui incumbunt. Ex eodem principio explicatur etiam *globorum aereostaticorum* phænomenon; quod paucis abhinc annis à Montgolfiero voluptatis causa in spectaculi morem editum, in bello quod nunc Europam penè totam exagitat, ad explorandas supernè acies, motusque earumdem indicandos, necnon et arcium, urbiumque munitiones, valla, aliaque, quibus contra irruentes hostes se munire opus est, indaganda, sæpius adhibitum audivimus. Globi aereostatici machinamentum adeo omnibus notum est, ut in eo describendo minimè immorari opus sit. Causa tamen ejus elevationis ex præjacta prop. deducitur. Globus dum aere atmosphærico, æqualis ponderis cum externo plenus est, perinde ac ceteri globi in statione remanet; aere nimium rarefacto aut fluido elastico plenus, levior fit volumine aeris ipsum circumambientis. Quamobrem velut solidum specificè levius intra fluidum specificè gravius collocatum supernatare debet, ac sursum versus ferri; quemadmodum corpus levius aqua intra vas ipsa vacuum collocatum, statim ac liquor ille infunditur, sursum ascendit. To-

tum igitur artificium hujusce machinamenti in eo consistit, ut ponderata massa seu quantitate materiæ, quæ globum componere debet cum omnibus annexis; in majus volumen excrescat, quam sit pondus voluminis aeris ipsum circumabientis: quo facto, globus attolli debet, donec aerem rariorem inveniat, cujus volumen æquale pondere sit, ac pondus integrum globi aereostatici; quo in casu quiescet, ad æquilibrium compositus, ut in seq. prop. ostenditur.

359 Corol. 2. Corpus specificè levius fluido, in quo penitus immersum jacet, dum nulla vi amplius retinetur, superiora petet vi æquali excessui ponderis fluidi, quo scilicet pondus fluidi ipsius gravitatem relativam superat. Quemadmodum enim corpus specificè gravius ima petit vi æquali gravitati relativæ ipsi superstiti; et specificè levius sursum trudi debet, à pressione fluidi versus omnes partes (316). Hac de causa vi huic æquali opus est ut in fundo vasis retineatur: quod nisi sit æqualis vis, facilè continget, quod sæpe vidimus, nimirum magna vi globos aereostaticos conniti in funes ipsos, quibus retinebantur, ne avolarent; quos etiam quandoque disjecerunt.

360 Corol. 3. Corpus idem solidum diversis fluidis gravitate variantibus immersum, in levioribus humilius, in densioribus altius apparebit, pro ratione densitatis fluidi plus minusve demersum: in densiore quidem minus minusque pro ratione crescentis densitatis: quod contrario sensu in levioribus continget. Hoc ex supra jactis spontè manat.

361 Prop. 3. "Solidum ejusdem ponderis, ac æquale volumen fluidi, in quod infundatur, in æquilibrio remanet, quin ascendat, aut descendat, quocumque loco intra ipsum collocetur." *Dem.* Quoniam æqualitas tam molis, quam ponderis in utroque statuitur, in quocumque loco intra fluidum ponatur; occupabit spatium æquale columnæ fluidi, intra quod existit: verum columnæ fluidi æquilibrium servant ad invicem (331); ergo etiam cum solido ad æquilibrium componentur. Hinc est, quod globus aereostaticus, vapores terrestres, nubes eo se loco sistunt in atmosphæra, quo demum ad æquilibrium cum aere ejusdem molis ac ponderis pervenerunt. Decidunt vero nubes et vapores si nimium addensantur aut venti pressione, aut partium conglobatione, vel dum inferior aer rarefit à solis aut terræ calore; quo in casu graviores effecti, in fundum, ut ita dicam, ruunt motu accelerato, quemadmodum ex corol. 3, prop. 1. cum art. 225 collato deducitur. Globus vero aereostaticus introductione aeris atmosphærici gravior effectus, statim ima petit, ut de vaporibus dictum est.

362 Sequentia theoremata ad gravitatem specificam definiendam, et ex hactenus dictis derivantia, breviter innuimus. 1. "Quando duo corpora æquali volumine donantur, ipsorum gravitates specificæ sequuntur rationem massarum, seu quantitatis materiæ." Unde corpus erit bis, ter, quater etc. gravius altero, si sub eodem volumine duplam, triplam etc. materiæ quantitatem habuerit. 2. "Gravitates specificæ

duorum corporum ejusdem ponderis, sunt in ratione inversa suorum voluminum. 3. Gravitates specificæ duorum corporum, tam pondere quam volumine dissidentia, sunt in ratione composita ex directa massarum et inversa suorum voluminum. 4. Si duo corpora intra idem fluidum immersa æqualia pondera amittunt, erunt ejusdem voluminis." Neque in corporibus mersis consideranda venit eorumdem figura, pondera enim amissa ponderi voluminis fluidi æquiparantur. 5. "Gravitates specificæ corporum sunt reciprocè, ut quantitas ponderis, quam in fluido amittunt." Unde si ex duobus corporibus alterum amittit duas tertias partes, alterum unam; gravitas primi erit ad secundi gravitatem ut 1 : 2 in ratione reciproca ponderum deperditorum.

366 Schol. Methodum, qua gravitates specificas corporum determinavit, describit ipse Muschembroek. (tom. 1. Phys. c. 24, art. 677). "Ope corporis cujuscumque gravitas fluidorum specifica detegi potest. Est enim hæc semper, uti est pondus corporis in fluido amissum. Suffragatur experientia optimè huic methodo, qua usi fuimus in determinandis gravitatibus specificis fluidorum, quas in tabula sequenti exhibebimus. Bulbus solidi vitri et cujuslibet figuræ sumitur; hic ex seta equina suspensus ad bilancem reducitur ope ponderis in aere ad æquilibrium; tum immissus fluido pondus amittit, sed tantumdem imponitur alteri lanci, donec redeat æquilibrium: pondus hoc notetur; est enim id facto periculo in diversis fluidis eorum

gravitas specifica. Si corpus fuerit cubus, cognoscitur hac methodo, quantum sit pondus cujuslibet fluidi sub volumine cubi, et proinde sciri potest fluidi pondus sub dato volumine."

Erui nunc quoque gravitas specifica omnium corporum firmorum poterit: ponderetur corpus A prius in aere, deinde in aqua: tum gravitas specifica corporis est ad eam aquæ, veluti pondus corporis in aere ad pondus amissum: sit hoc ut 10 ad 1. Aliud corpus B in aere habeat pondus, quod est ad illud in aqua amissum, veluti 3 ad 1: erit gravitas specifica corporis A ad eam in B, veluti 10 ad 3. Vel obtineri hoc modo potest. Pondus corporis in aere dividatur pondere, quod corpus in aqua amittit, et habebitur corporis gravitas specifica. Nam ponatur gravitas specifica aquæ $= 1$; jactura ponderis, quam patitur corpus in aqua, vocetur Q, et pondus corporis in aere sit P; erit $Q : P :: 1 : \frac{p}{q}$; nam gravitas aquæ, quæ sit ejusdem cum corpore voluminis, est ad pondus corporis, ut gravitas specifica aquæ est ad gravitatem specificam corporis. Habeamus molem stanni ponderis 200 gran.: in aqua amittat pondus 40, 5 gran.: divide proinde pondus 300 quantitate 40, 5: quotiens erit 7, 4: quæ est gravitas stanni specifica. Tabulam ab auctore laudato ad selectiora capita redactam, ad calcem hujus capitis dabimus.

364 Schol. 2. Simili methodo usum fuisse Archimedem, ad investigandum artificis furtum in aurea Hieronis corona patratum, conjectare

licet. Sane adulteratio aureæ aut argenteæ monetæ eodem tentamine investigari potest. Ad manum sit alius nummus, quem legitimum esse certò constet: examinetur illius pondus prius in aere, deinde in aqua, illius variatione accuratè notata. Idem tentamen iteretur in nummo, de quo suspicio incidit esse adulteratum; si idem utriusque nummi in aqua decrementum ponderis fuerit, nulla subesse potest adulterationis suspicio, quippe utraque moneta ejusdem est ponderis et voluminis, atque adeo densitatis. Quod si majus in suspecta fuerit ponderis decrementum, tuto deducitur fraudem latere ob immixtionem alterius metalli, quod ejus molem auget, ut extra aquam ejusdem ponderis ad vera inveniatur. Verum si plura metalla immixta fuissent, problema esset indeterminatum, pluresque solutiones admitteret, quin materia certa definiri posset, ex qua adulteratio procedit.

365 Schol. 3. Ut fluidorum specifica pondera innotescant, inventum est ab hydrostaticis *hydrometrum*, quod aliis *aereometrum* appellare placet. Porrò hydrometrum est ampulla tenui vitro constructa, oblongo collo pro vasis capacitate, ac in plures partes æquales seu gradus distincto, superne hermeticè clauso. In ejus fundo parvus alius globulus cum superiore communicans distenditur, in quo globuli tenues plumbei, aut mercurii portio necessaria includitur, ut hydrometrum, quantum satis est, deprimatur intra fluidum, simulque erectum maneat. Quo liquor levior fuerit, hydrometrum

magis descendit; ascendit verò, densiore existente. Sæpius ad aquarum diversarum puritatem cognoscendam adhiberi solet; quo enim purior aqua extiterit, levior etiam sit, oportet; aliis heterogeneis particulis onusta, gravior reperiri debet. Hydrometrum Farenheit, præter jam exposita supernè parva instructum est patina, cui ponduscula imponuntur, examinato prius ipsius pondere, ac intra aquam distillatam, quæ purior ceteris habetur, primum immergitur, ut postea cum ceteris fluidis, quorum pondus est determinandum, conferatur; quod hac proportione innotescit. Gravitas specifica liquoris examinandi est ad gravitatem aquæ distillatæ, ut pondus voluminis liquoris ab hydrometro detectum, ad pondus voluminis aquæ ope ejusdem exploratum. Plures hydrometri species exponit Brissonus in Lexico Physico, tom. I, pag. 137.

Exponuntur quædam experimenta hydrostaticæ principiis in speciem contraria.

366 Experim. 1. Si acum horizontaliter super aquam leniter deponas, velut si levior ipsa foret, supernatat, ut paleæ solent: enimvero chalybis materia gravior est aqua. R. Bullas aeris intra superficiei acus cavitates latentes, dum leniter super aquam recumbere sinitur, minimè expelli: hinc est quod acus levior facta volumine aquæ, in qua supernatat, ad fundum non descendat; ut pueris natandi imperitis usuvenit, qui vesicas aere gravidas circumponunt, ad sustinendum corpus super aquam. Idem dicendum de tabula evenia qua graviore, quæ le-

niter super aquam deposita, idem phænomenon exhibet atque acus horizontaliter collocata. Huc adde tenacitatem particularum aquæ, quæ ipsarum separationi resistentiam opponit majorem, quam sit pondus relativum chalybis et ligni respectu aquæ.

367 Experim. 2. In ampulla vitrea oblongo collo instructa, fluidoque plena homuncio vitreus collocari solet, obturata supernè ampulla vesica circumligata, quæ leniter aquam lambat, ut comprimi possit. Icuncula ad superficiem aquæ sistit, dum vesica non comprimitur: compressione autem digito facta, icuncula tamdiù deprimitur, quamdiù digito aqua premitur; pressione cessante, ascendit: alternantque itus et reditus veluti quædam saltatio ab alternante digiti compressione. R. Icunculam intus cavam aere esse plenam, duobusque foraminibus in summitate pedum instructam: compressa aqua per hujusmodi foramina ingreditur, aere vicissim comprimens, adeoque homunculus vitreus levior antea, ob aquæ introductionem gravior fit volumine ipsum ambiente; ex quo descensus sequi debet. Compressione cessante aer ad pristinum volumen restituitur, unde levior ut antea factus sursum versus iterum petit.

368 Exper. 3. Cadaver hominis aquis suffocati ad fundum deprimitur, ubi per aliquot dies jacet; postea ad superficiem aquæ ascendit, instar suberis, eidem supernatans. R. Humanum corpus nonnihil aqua specificè levius, dum aquis suffocatur homo, gravius redditur ob condensationem humorum et aeris in pulmoni-

bus ab aqua per os et nares recepta; idcirco in fundum ferri debet juxta legem prop. 1 expositam. Deinde ob fermentationem humorum aer internus in pulmonibus, fibris, visceribus, ac reliquis vasis humani corporis dilatatus cadaver inflat, fitque specificè aqua levius. Nil ergo mirandum si post corruptionem ad superficiem aquæ defertur. Hoc pariter evenire solet contrario sensu in plurimis lignis aqua levioribus, quæ per aliquot dies supernatant, donec per poros aqua in intimas cavitates fibrarum recepta graviora fiunt, ac deorsum versus feruntur.

369 At, inquies, si corpus humanum specificè levius aqua foret, omnes natandi periti essemus, ut bruta, quæ solo naturæ instinctu, nullo docente magistro, ad hanc artem informata apparent; dum homo à natura *nec litteras didicit*, *nec natare*. Respondeo homines plerumque ob metum inordinatè manus, pedesque intra aquam movent, ex quo caput deprimitur, quod in homine præ reliquis animantibus gravissimum quum sit, suffocatio sequatur, necesse est. Conformatio autem corporis in brutis multum confert, ut in aqua sustententur. Nam caput, ut observat Nolletus, cerebro plenum in homine, in brutis relatè ad corpus multo levius est, eo quod meatibus aere plenis abundet; quod etiam erectum supra reliquum corpus ex conformatione naturæ internatandum præferunt; dum homo horizontaliter distentus ab capitis pondere defatigatur. Pedibus etiam veluti quatuor remis utuntur bruta in subjectas aquas, è quarum resistentia fa-

cilius sustentantur, ac incedunt, ut cymbæ à remis in aquam impactis promoventur.

370 Ex his etiam piscium natatio, aviumque volatus, quæ in experimentis contra hydrostaticæ leges adduci possent, facili negotio exponuntur. Pisces pro libito graviores, aut leviores fiunt circumdante ipsos aquæ volumine, à fulliculo aere pleno, quem in ventre gestant, quemque dum descendere volunt, comprimunt: quando vero superiora petere placet, nativæ extensioni permittunt; ipsum media vi temperando, quando ipsis stationem servare libuit, quo facto in æquilibrio cum fluido remanent. Referente Plucheo in opere, cui *Spectaculum naturæ* inscripsit, pisciculus, cujus folliculus aeris ruptus in machina pneumatica ex professo fuit ad hoc tentandum; semper in fundo mansit, quin aquis stagni in quo degebat, posset innatare. Unde, observante Borollo, conchylia, ostreæ, aliique pisces hujusmodi vesica aere fœta carentes, semper in profundo aquarum versantur. Verum plures etiam folliculo aeris carentes ab ipsorum conformatione in majus aut minus volumen pro libito conformantur, ut sunt pisces, quos *Mantas* hispani vocant, qui aut in formam straguli, à cujus similitudine nomen inditum est, extenduntur, dum aquis supernatant, vel prædam complexu arripere tentant, aut implicantur veluti stragulum dum descendere volunt, aut præda potiti ipsam suffocant corporis complicatione.

Avium volatus ferè ut animantium natatio perficitur alis explicatis volumen aeris satis mag-

num sub se continent aves, quod ferè illorum pondus adæquat: quæ etiam primo conatu ad volandum pedibus in solum nituntur, ut se sublevent, alarumque iterata in aerem percussione majorem velocitatem concipiant. Hinc leviores aeris volumine effectæ, quocumque feruntur non sine iteratis ictibus veluti natantes, quo in subjectum aerem nituntur, ut sese sustineant. Neque diù permanere possent, si ab percussione desisterent; præconceptus enim impetus, quo per aliquod tempus veluti immotæ sustentantur, à resistentia fluidi tandem extinguitur; unde iterum exsuscitari debet continenti alarum percussione, ut in volatu persistant.

371 Exper. 4. Vapores, sales, sulphur etc. ut specificè graviora aere sint, sursum tamen ad magnam altitudinem feruntur in atmosphæra: sales itidem in aqua, aliisque liquoribus soluti per totam substantiam eorumdem dissipantur, ita ut superficies ipsa saporem reddat solidi in liquore soluti. R. Vapores aquei ita dilatantur, ut spatium occupent 14000 vicibus majus quam aqua in naturali statu suo permanens: quum aqua sit ad aerem in æquali utriusque volumine, ut $998\frac{1}{4}$: 1. Alii etiam ad phænomenon tuborum capillarium id pertinere existimant: quemadmodum solutiones salium etc. ab illa latente causa derivari omnes fatentur, certè suspicantur quam *affinitatem* alii vocant (165).

372 In sequenti tabula gravitas specifica aquæ ponitur æqualis 1000, seu 1,000 fractione decimali expressa (Math. 63), ut locum habeat

reliquorum corporum, quorum gravitas specifica definitur, in minimis partibus comparatio. Quo enim partes, in quas totum dividitur, minores sunt, eo magis ad veritatem comparatione cum aliis accedimus. Hinc ut rectè conferas gravitates descriptas in tabula, exemplum in auro et aqua exhibeo. Aurum purissimum ponitur gravitatem specificam habere 19,640: aqua vero 1,000; lege, ac si scriptum foret: 19, $\frac{640}{1000}$: 1, $\frac{600}{1000}$ id est ut 19, $\frac{3}{5}$ ad 1: neglecta minutia $\frac{40}{1000}$, seu $\frac{4}{100}$, quæ minima est. Qui plura velit de hujusmodi gravitatibus specificis, consulat Muschem. qui benè longum affert catalogum corporum, quorum gravitates examinavit, ex quibus notiora tantum selegimus.

TABULA

Gravitatis specificæ nonnullorum corporum.

Acetum	1,011	Cor. album	2,600
Adamas	3,400	Cornu bovin.	1,840
Aer	0,001$\frac{1}{4}$	Cornu cervin.	1,875
Alabastrum	1,872	Crystal. petræ	2,650
Alumen	1,714	Cuprum Svevic.	8,748
Antim. crudum	4,000	Ebur	1,825
Hungaric.	4,700	Ferrum	7,645
Regul. ant.	7,500	Gummi arab.	1,375
Argentum pur.	11,091	Hæmatites	4,360
Aqua pluv.	1,000	Lac caprin.	1,009
Aqua distill.	0,993	Lac vaccin.	1,030
Aurum pur.	19,640	Lapis calamin.	5,000

Calcul. ves. hum.	1,700	Lign brasil.	1,031
Camphora	0,995	Lign. cedri	0,613
Carbo fossilis	1,240	Lign. abietis	0,550
Cera flava	0,995	Lign. aceris	0,755
Calybs non tem.	7,738	Lign. buxeum	1,031
Temperatus	7,704	Lign. Campec.	0,913
Cinnabaris nat.	7,300	Lign. eben.	1,177
Artefacta	8,200	Lign. fagi	0,854
Corallium rub.	2,689	Lign. fraxini	0,734
Idem in stipite	0,845	Sanguis hum.	1,040
Lign. Guajac.	1,333	Sanguin. serum	1,190
Ejus cortex	1,250	Silex	2,542
Cortex Peruv.	1,034	Sulphur comm.	1,800
Radix Chinæ	1,071	Talc. Venetum	2,780
Lign. querc.	0,929	Tartarus	1,849
In ramo viridi	0,870	Ejus cremor	1,900
Lign. ulmi	0,600	Thus	1,071
Marm. alb. ital	2,707	Vin. Burgund.	0,953
Mercur. Germ.	14,000	Canariense	1,033
Nitrum	1,900	Vitriolum Angl.	1,880
Oleum lini	0,932	Vitrum viride	2,620
Olivarum	0,913	Idem album	3,150
Pix	1,150		

PARS TERTIA

HYDRAULICA PHYSICA.

CAPUT PRIMUM.

DE FLUIDIS ERUMPENTIBUS.

388 LUMEN vocant hydraulici vasis foramen, per quod fluidum egreditur: quodque vel in fundo situm est, et efficit *jactum verticalem*, vel ad latus vasis, ex quo jactus horizontalis habetur. Porrò *jactum* dicunt rivulum per foramen vasis fluentem, sive canaliculo effundatur, sive foramen tantum sit in pariete vasis apertum.

374 Schol. Ut ad theoriam simpliciorem accedant, solent hydraulici vasa cylindrica, aut prismatica considerare, quorum figura regularis magis ad simplicitatem accomodatur. Neque impedimenta à frictione, quam inter egrediendum fluidum experitur ab aeris resistentia, particularum viscositate, columnarum circum ambientium in omnem partem pressione, in generalibus hisce theorematis considerant, ut sæpè alias: quum hæc veluti extranea censentur, quamvis in praxi ac effectis, quæ à tentaminibus habentur, ab his se liberare non possint. Et quidem Newtonus in aquæ descensu per vas cylindricum existimat, quam-

dam formari cavitatem, quam *cataractam Newtonianam* dixere, ad instar coni inversi, cujus basis in suprema aquæ superficie, vertex autem infra foramen existat. Hanc sanè cavitatem in fluidis condensationi subjectis, ut sunt mel, cera, adeps; imò in horologiis ex arena confectis, observare cuique licet: quod, ni vehementer fallor, probat, particulas fluidi in columna dehiscente per foramen à circumstantibus nonnihil impediri. Quidquid de hoc sit, quod fortassè in causa est, ut experimenta theoriæ adamussim plerumque non respondeant; in sequentibus propositionibns prædicta impedimenta missa faciamus, perinde ac si nulla forent, quo in casu praxis theoriæ optimè consentiret: quidquid recens auctor in contrarium ñitatur, ut mathematicos omnes, ac physicos errasse demonstret; asserens positis altitudinibus, et pressionibus æqualibus, aquas effluentes esse in ratione inversa amplitudinum, seu luminum dimidiata: contra ac communis fert opinio, aquas effluentes in ratione ipsa luminum computari debere.

375 Prop. I. "Si in eodem vase ad eamdem à superficie fluidi altitudinem plura aperiantur foramina, quocumque loco sita fuerint, eadem celeritate per omnia effunditur fluidum, cujuscumque gravitatis istud ponatur." Nam quum in omnem partem fluidum suam pressionem exerceat, eaque sit pro ratione distantiæ à superficie, dum æquales ponuntur distantiæ, pressiones etiam æquales sint, oportet. Rursus fluidum erumpit vi pressionis, quam omnes par-

ticulæ ejusdem invicem exercent; dum igitur pressiones ponuntur æquales, etiam celeritates æquales producere debent.

376 Corol. 1. Cujuscumque diametri sint foramina, celeritas eadem est, positis altitudinibus à superficie æqualiter distantibus. Et quidem si concipiamus majus lumen in plura minora, quæ omnia simul ipsi æqualia sint, divisum; quælibet columna minor à pressione fluidi eadem vi ad erumpendum adigitur pro ratione suæ diametri, ac major omnibus simul æqualis: ergo celeritas, quæ est effectus pressionis, æqualis ubique esse debet. Hoc in barometris manifestius apparet, quorum altitudines semper æquales sunt, cujuscumque demum ponantur diametri foramina seu cavitates tuborum, in quibus mercurius continetur: quia nimirum pressio aeris ubique eadem est, sive per majus, sive per minus lumen supra fluidum incumbat. Tantum exigua quædam varietas è multiplicatione superficierum in casu figurato intercedere debet; majus quippe lumen sub minore perimetro exitum fluido præbet, quam plura minora simul ipsi æqualia (60), unde minorem affrictum seu resistentiam in foramine majore præ minoribus offendere debet fluidum erumpens. Verum hujusmodi impedimenta hic non attendi, antea monuimus: idcirco tantum indicasse sufficiat.

377 Corol. 2. E vasis aut tubis æqualis altitudinis et luminis, temporibus etiam æqualibus positis, æquales fluunt liquorum quantitates. Nam quum celeritates æquales sint, posi-

tis fluidi altitudine et lumine jactus ubiquè æqualibus, portiones etiam fluidi evacuati ubique pares inveniantur, oportet.

378 Corol. 3. Quod si, ceteris paribus, foramina tantum inæqualia ponantur, quantitates liquorum eodem tempore prodeuntium erunt ut bases, seu lumina, ac proinde in ratione duplicata diametrorum seu radiorum (Math. 380). Concipiamus majus lumen in plura minora æqualia divisum, quæ simul ipsum æquent: *certum* atque *evidens* est lumen majus ad quodlibet ex omnibus ita se habere, ut omnia simul ad singula ex minoribus.

379 Schol. Præcedens demonstratio tironibus satis est, ut veritatem in corollario enuntiatam dilucidè percipiant. Verum ut calculum calculo prædictî auctoris opponamus, sunto quantitates fluidi erumpentes Q, q: altitudines quoniam ubiquè sunt æquales, eadem littera A designentur, quemadmodum tempora littera T: lumina verò dicantur F, f. Quoniam altitudines ponuntur æquales, etiam celeritates erunt æquales per corol. 1; adeoque per altitudines designari possunt. Jam quantitas fluidi est in ratione composita altitudinis, foraminis et temporis; seu Q=AFT ergo: Q : q :: AFT : AfT; et dividendo secundum membrum per AT, erit Q : q :: F : f (Math. 211), quantitates scilicet, ut foramina.

380 Corol 4. Positis altitudinibus inæqualibus, ceteris autem æqualibus, quantitates fluxus erunt in ratione celeritatum, seu subduplicata altitudinum. Etenim variata celeritate fiui-

di; dato tempore effluentis, etiam quantitas variari debet: et quoniam celeritates sunt ut radices altitudinum, ut statim videbimus, à majore altitudine major fluxus, à minore minor habeatur, necesse est.

381 Prop. II. "In vasis, in quibus fluidum diversas obtinet altitudines, iisdem tamen luminibus depletur, dummodo constanter pleni remaneant; celeritates fluidorum sunt in subduplicata ratione altitudinum, sive ut radices earumdem." *Dem.* Dum fluidum à vi comprimente ad descensum determinatur, celeritas fluidi exeuntis ea est, quam ipsum acquireret cadendo ex eadem altitudine: nam vis comprimens est ut pondus fluidi prementis, sive ut productum basis in altitudinem: quum autem bases seu foramina æqualia ponantur, vis comprimens erit ut altitudo fluidi: atqui vis comprimens est ut quantitas motus dato tempore genita (266), sive ut quantitas fluidi dato tempore profluentis per celeritatem multiplicata, adeoque altitudo est in ratione duplicata celeritatis, et celeritas in subduplicata altitudinis. Hæc eadem lex observatur à gravibus liberè descendentibus (226), nec est ratio aliqua, cur fluida descendentia eamdem observare non teneantur, quum vis pressionis à gravitate proveniat.

382 Hoc ipsum experimento demonstravit Polenus, referente Muschem. Fundo vasis 13 ped. altit. inseruit tubum 7 lineas longum cylindricum, diametri 3 linearum: tempore unius minuti effluxerunt 905 pollices cubici aquæ,

qui in cylindrum, cujus basis est tubus, conversi, longitudinem formant 1536 pedum. Corpus grave liberè delapsum ex altitudine 12 ped. acquirit celeritatem, qua emetitur intra minutum ped. 1493; et ex altitudine 13 ped. percurrit 1680 ped. adeoque fluxit fluidum celerius, quam grave ex altitudine 12 ped. et lentius quam grave lapsum ex 13 ped. altit. propter attritum partium ad latera tubi. Nihilominus indè satis patet, sublato attritu, celeritates gravis liberè delapsi et fluidi exeuntis æquales fore.

383 Corol. 1. Si vasorum altitudines et lumina inæqualia fuerint, quantitates aquæ effluentis æqualibus temporibus erunt in ratione composita ex duplicata diametrorum et subduplicata altitudinum. Quantitates enim, positis altitudinibus æqualibus, sunt in foramina, seu in duplicata ratione diametrorum eorumdem (ex corol. 3 præc.); ergo quum altitudines sunt inæquales, erunt in ratione earumdem subduplicata.

384 Corol. 2. Dum vasa prismatica aut cylindrica evacuantur, spatia à fluidi superficie intra vas descendendo decursa, æqualibus temporibus, decrescunt ut numeri impares. Nam imminuta altitudine, celeritates etiam minuuntur, decrementis singulis temporibus æqualibus: decrescent itaque spatia ut numeri impares; veluti dum corpus sursum perpendiculariter projicitur, ab æqualibus velocitatis decrementis, ejus motu uniformiter retardato, spatia decrescunt ordine inverso numerorum imparium (228). Itaque si in vase 16 ped. altitudi-

nis esset fluidum, primo tempusculo 7 ped., secundo 5, tertio 3, quarto demum totum depleretur.

385 Corol. 3. Si fluidum, dum evacuatur, eamdem velocitatem primo acquisitam constanter retineret, conficeret spatium duplum ejus, quod motu retardato efluendo percurrit intra datum tempus. Eamdem legem observatum iri á gravi sursum projecto, aut liberè descendente jam ostendimus, si spatium motu uniformi decurreret, cessante actione gravitatis (228). Quapropter quum gravitatis effectus in fluidis erumpentibus observentur, nil mirum, si quod de descensu gravium diximus, ad fluida etiam applicentur. Non quod fluida erumpentia velut per tubum utrinque perforatum labentia consideremus, ut notat Jacquierius, qui casus totus diversus est à fluidi eruptione in vasis perforatis; sed quia effectus pressionis æqualis prorsus est effectui gravitatis: quidquid sit de causa celeritatis in ratione subduplicata altitudinis, quæ in varias sententias distraxit philosophos. Monteirus Varignoni, Joan. Bernoulli etc. sententiam tuetur, à pressione scilicet aqueæ columnæ provenire. Alii ad vorticem Newtoni recurrunt, quo aqua in fundum præcipitari videtur, tamquam ab eadem altitudine à gravitate præceps duceretur. Verum Manfredus cum superficiem aquæ rubro colore infecisset, lentè superficiem rubram descendere animadvertit, nec cum inferioribus aquis misceri. Unde Lechius, pensatis omnibus, ab experientia, non à ratione hanc veritatem nos habere concludit.

386 Corol. 4. In vasis ejusdem amplitudinis et altitudinis tempora, quibus exhauriuntur, sunt inversè ut foramina; nimirum citius, quod majus, tardius quod minus foramen habuerit, deplebitur.

387 Corol. 5. Quod si capacitates vasorum forent inæquales, tempora, quibus evacuantur, erunt in ratione composita ex directa basium seu diametrorum quadrata, et inversa foraminum. Hoc spontè descendit ex præc. corol. Quemadmodum etiam deducitur, tempora effusionum, positis omnibus inæqualibus, fore in ratione composita ex directa ratione basium, inversa foraminum, et subduplicata altitudinum.

388 Corol. 6. Quantitates igitur effluentes ubique sunt in ratione composita temporis, foraminum, et velocitatum seu altitudinum subduplicata. Quare his datis, statim deducitur quantitas fluidi è vasis effusa, aut effundenda, quin opus sit per singula excurrere.

CAPUT SECUNDUM.

De jactibus fluidorum.

389 Jactus esse potest aut *perpendicularis*, quum tubus aut canaliculus vasi aptatur, cujus foramen sursum versus respiciat, ut sæpè in fontibus artificialibus observamus; aut *horizontalis*, quando à latere vasis profluit: vel demum aliqua inclinatione supra aut infra horizontem, qui casus ad jactum horizontalem, aut perpendicularem haud invitè reduci potest.

390 Prop. I. "Seclusis impedimentis, jactus perpendicularis fluidi ad eam altitudinem assurgit, ad quam fluidum consistit." Prob. Ea celeritate erumpit fluidum, quam acquireret, si per altitudinem æqualem fluidi elevationi motu uniformiter accelerato descenderet (381). Verum si grave motu accelerato labitur directione in contrariam mutata, ad eam altitudinem posset resilire, ex qua descendit (228), motu uniformiter retardato: ergo ea celeritate, qua fluidum erumpit, potest ad æqualem altitudinem elevari.

391 Corol. Quoniam tubi inclinati ad rectos ejusdem basis et altitudinis in hydrostatica reducuntur (331); perspicuum est, jactum è vase inclinato erumpentem, ad rectum ejusdem basis et altitudinis perpendicularis referri debere. Ex quo etiam deducitur, siphonem parum inclinatum jactum emittere, perinde ac si è vase ejusdem inclinationis jactus perpendicularis proflueret.

392 Schol. 1. Ex hac prop. explicari potest naturalium et artificialium fontium ascensus ad altitudines, quæ vix credi possent. Nam receptacula aquarum in altissimis montibus constituta, veluti vasa fluidi plena concipi possunt, ex quibus per internos terræ meatus, tamquam per tubos aut canales artefactos aquæ deducuntur, ad æqualem ei, ex qua descenderunt, altitudinem in parte respondente evehi possunt, ut jam articulo 335 annotavimus.

393 Schol. 2. Plura sunt, quæ legem fluidis præscriptam in ascensu adamussim obser-

vari non permittunt. Mitto attrituum ac asperitatum obstacula, quæ sæpius jam innuimus. Aeris resistentia, in quam fluidum irrumpere debet, ut ascendat, non modicè ejusdem vim retundit, ac debilitat. Guttæ etiam prælabentes celeritate extincta, in ascendentes decidunt, nisi jactus parum inclinatus sit: unde conceptus impetus partim extinguitur, atque adeo celeritate imminuta, ad statutam altitudinem attingere non valent.

394 Prop. II. "Si jactus fluidi salientis fuerit obliquus, describet arcum ad sensum parabolicum." Dem. Fluidum perindè ac solidum horizontaliter projectum duplici vi agitur, horizontali projectionis ac centrali gravitatis: porrò hujusmodi gravia parabolam describere jam ostendimus (art. 231); quare jactus fluidi à siphone obliquo prosiliens curvam describere debet, quæ ad sensum parabolam repræsentet. Huic canoni fluida æquè ac solida conformari, et ratio et experientia docent, etiam sine apparatu physicorum tentaminum, ut in tubis, quibus vinum è doliis effunditur, in canalibus è tectis aquas exonerantibus, aliisque sexcentis passim conspicimus.

395 Prop. III. "Amplitudines seu longitudines jactuum liquorum erumpentium per easdem obliquas directiones, sunt inter se in ratione subduplicata altitudinum fluidi supra foramina; si amplitudines istæ sumantur in dato quovis plano, directioni fluidi è foramine erumpentis parallelo, inter jactum et verticalem lineam per idem foramen ductam." Nam fluidum

erumpens à celeritate determinatur ad jactum majorem aut minorem: at verò celeritates sunt in ratione subduplicata altitudinum ex prop. 2, cap. præc.: ab his igitur definiri debent amplitudines jactuum, qui in diversis fluidis invicem comparentur.

396 Corol. Si ex vertice C (fig. 8), axe CA descripta fuerit parabola quæcumque, cui ex punctis in axe sumptis G, H, A ocurrant ordinatæ GI, HK, AB, per has designari queunt liquoris ex foramine C erumpentis celeritates ex diversis altitudinibus derivantes, uti forent CG, CH, CA. Nam in parabola, quadrata ordinatarum GI, HK, AB sunt ut respondentes abscissæ (Math. 491) CG, CH, CA, ideoque ordinatæ ipsæ GI, HK ect. sunt in subduplicata ratione abscissarum, seu altitudinum CG, CH, CA. Planum autem est hujusmodi altitudines commodi gratia deorsum versus in figura designatas, sursum versus, ubi liquidum suam habet altitudinem, accipiendas esse: ita ut si altitudo esset CG, amplitudo jactus usque ad I pertingeret; existente verò altitudine CH, amplitudo jactus usque ad K pertingeret: idemque de altitudine CA dicendum, cujus jactus ad B extenderetur: ex quibus punctis deorsum versus sensibiliter flecteretur jactus fluidi per foramina inibi aperta erumpentis.

397 Schol. 1. Observatum est, liquores effluentes, celerius exire quum per tubum lumini applicatum, quam dum per foramen sine tubo exonerantur; adeoque jactus ampliores per tubos haberi, ac per foramina habeantur. A

pressione laterali particularum fluidi id repetebant nonnulli; à quibus etiam eidem causæ tribuebatur venæ fluidi exilientis contractio, cujus diameter in lumine ipso, ad diametrum infra lumen est ut $6\frac{1}{2}$ ad $5\frac{1}{2}$, observante Newtono. Nam in tubulis pressio lateralis fluidi non amplius exercetur, adeoque fila liquoris exeuntis directionem perpendicularem observant; dum per nudum foramen erumpentia semper ad convergentem nonnihil accedunt. Verum rem acu tetigisse videtur Wolfius, qui majorem celeritatem liquoris per siphonem erumpentis à majore columnæ fluidi altitudine desumendam esse censet. Altitudo enim liquoris, dum vas canaliculo exoneratur, ab hujus extremitate ad superficiem fluidi computari debet; quemadmodum, ubi de pressione fluidorum disseruimus, ostensum manet in vasis longo collo instructis; quæ inversa pressionem in parvo oris foramine æqualem exercent ei, quam exerceret columna fluidi in vase cylindrico ejusdem altitudinis ac diametri æqualis diametro majori vasis. Hoc luculentius in infundibulis demonstratur, quæ veluti conicum vas inversum in fundo tubo instructum considerari possunt. Pressio siquidem in extremitate infundibuli æqualis est altitudini liquoris ab eadem extremitate computatæ, ut ex dictis, ubi de pressione fluidorum, evidens fit. Idem igitur dicendum de quocumque vase, quod siphone adjecto se exonerat; pressionem scilicet in ipso æstimari debere ab altitudine columnæ fluidi, quæ ab superficie ad orificium tubi computetur.

398 Ex præjacta doctrina explicatur experimentum Mariotti, et experimento doctrina confirmatur. Mariottus enim vasi continenti pedem cubicum aquæ, cujus lumen foraminis erat diametri trium linearum, applicavit tubum sex pedes longum et pollicem latum. Sic omnibus dispositis, vas depletum est 37 minutis secundis. Deinde tubum medium secuit, observavitque, ejus longitudine ad medietatem imminuta, fluidum 45 secundis defluxisse: amoto denique tubo per foramen, 95 secundis vas se exonerasse comperit. Quod si alia tentamina plerumque variant, neque effectus idem constanter obtinetur; id maximè referendum ad circumstantias in experimentis non observatas, à quibus retardatio major, aut minor effluxus potest provenire. Sanè post renovata à Bossut tentamina, minor in effectibus varietas observatur. En eorumdem tentaminum epitomen tam in orificiis in ipso vasis pariete apertis, quam in tubis addititiis, à Brissono deprompiam.

Altitudo constanter in aqua retenta, atque à centro orificii ad superficiem computata ped. 11, pol. 8, lin. 10.

	Pollic. cubic. minuto primo expulsi.
Exper. 1. Ab orificio horizontali et circulari 6 lin. diametri.	2311
Exp. 2. Ab foramine 1 poll. diametri.	9281
Exp. 3. A foramine 2. poll. diametri...	37203

Exp. 4. A foramine rectangulari poll. 3 lin.	Pollic. ut supra. 2933
Exp. 5 A foram. 1 poll. quadrata forma.	11817
Exp. 6. A foram. quad. 2 poll.	47361
Altitudo 9 ped.	
Exp. 7. A foram. horizontali et circul. 6 lin. diam.	2018
Exp. 8. Ab orif. 1 poll. diam.	8135
Altitudo 4 ped.	
Exp. 9. A foram. laterali circul. 6 lin. diam.	1353
Exp. 10. A foram. 2 poll. diam.	5436
Altitudo 7 lin.	
Exp. 11. Ab orif. 1 poll. diam.	628
Altitudo aquæ lin. 552 in tubis addititiis long. 2 poll.	Poll. ut supra.
Exp. 1. A foram. 6 lin. aqua plenè effluente.	1689
Exp. 2. A foram. 10 lin.	4703
Exp. 3. A foram. 6 aqua non plenè effluente.	1293
Exp. 4. A foram. 10 aqua ut supra.	3598
Altitudo 2 ped. seu 288 lin.	
Exp. 5. A for. seu tub. 6 lin. aqua plenè effluente.	1222
Exp. 6. A for. 10 lin. aqua ut supra.	3402
Exp. 7. A for. 6 lin. aqua non plenè effluens.	935
Exp. 8. A for. 10 lin. aqua ut supra.	2603

399 Schol. Scitè Josephus Xaverius Polli à celeritate, qua fluida per tubos feruntur, explicat cursus sanguinis in corpore animali. Motus sanguinis concipi potest velut fluidi decurrentis per tubum conicum ADBC (fig. 35). Nam arteria maxima, quæ *aorta* vocatur, è corde sanguinem excipiens, sensim in plures veluti ramos dividitur, qui totidem tubi sunt, per quos sanguis ad extremitates corporis defertur; ubi ad exilissimam diametrum tubi capillaris conformati, in venas pariter ejusdem subtilitatis effunduntur; quæ deinde in alias ampliores receptæ ac in unum veluti flumen colectæ, quod vena *cava* dicitur, in dextrum cordis *ventriculum* exonerantur. Jam si velocitatem fluidi decurrentis per tubum conicum ADBC consideremus; major velocitas in AD, quam in EF, aut BC concipi debet: siquidem uti de fluidorum æquilibrio agentes ostendimus, in tubis angustioribus, ut RH (fig. 34) majorem celeritatem, quam in amplioribus, AB SZ liquores acquirunt. Itaque comparando celeritatem per AD (fig. 35) cum ea, quam per EF aut BC obtinet fluidum, erit in ratione inversa AD ad EF, aut BC (Mathem. 342). Nam celeritas in AD dum per majoris diametri tubum extenditur, in plures particulas distribui debet pro ratione magnitudinis diametri aut superficiei, quam eadem metitur. En igitur cur sanguis à venis G, H, I, K potenter in cavam AD ob majorem celeritatem truditur, ut ad cor deferatur; qui quidem motus ultra celeritatem ex hoc capite derivatam, etiam à con-

tractione musculorum, qui venarum turgidarum capita intra ipsos contenta validè comprimunt, augetur. Et hoc quidem ad regressum sanguinis per venas ad dextrum cordis ventriculum.

400 Verum dum profluit è sinistro ventriculo ob cordis contractionem (notum quippe est, cor à motu alterno contractionis et dilatationis, quem *systole*, et *diostole* appellant, sanguinem emittere, et excipere) res contrario sensu peragitur. Sanguis videlicet è parte BC ampliore in AD ejicitur, quasi BC esset sinister ventriculus cordis, ubi incipit *aorta*. Planum itaque fit ob rationes adductas ubi de fluido ex ampliore in angustiorem tubum effluente egimus, velocitatem augeri ex B in A, et ex A in G etc. Unde ex hoc capite facilè intelligitur, cur sanguis celeriter ad extremitates deferatur. Verum si effluxum in EF, AD ob contractionem tuborum consideremus; resistentiam parietum, in quos sanguis impingit, dum convergenter fiunt, celeritatem retundere in confesso est.

Neque huic incommodo nisi à sapientissimo machinæ animalis Artifice occurri poterat, eam vim exiguo musculo, quod cor appellamus, indens ut resistentias validissimas superaret. Quod quidem ab experientia deduxerunt insignes observatores Hales, Borellus, et qui omnium primus à Serveto indicatam, nec antiquis ignotam, sanguinis circulationem observationibus illustravit Hervejus. Hales quidem tubum benè longum arteriæ, *carotidi*

dictæ; in equa industriè aptavit, ut posset sanguinem intus circulantem excipere, ac sursum versus emittere; quem ad altitudinem 9 ped. cum dimidio ascendisse conspexit. Eodem tentamine in cane iterato, ad 6 pedes 8 poll.; in ariete ad 6 ped. et ferè 6 poll. sanguinem ascendisse observavit: ex quo colligit: in homine ad 7 ped. cum dimidio ascensurum fuisse, si salvis juribus humanitatis idem tentare potuisset. Nil ergo mirandum, Borellum, vim cordis se contrahentis in *systcle* 180 mille librarum, pressioni æqualem esse ponere: quod quidem etiamsi adamussim verum esse addubitem, magnam tamen vim ipsi inesse fatendum est; maximè postquam Laver et Bellinus, immisso digito in cor dissectum animalis viventis, condigna pœna mulctati sunt, pro barbaro tentamine digitum velut torculari compressum referentes. Sed de his hactenus.

CAPUT TERTIUM.

De fluidis per tubos, seu canales apertos fluentibus.

401 Levem hic motus aquarum in fluminibus notionem exhibere non abs re fuerit, quod unum ex præcipuis hydraulicæ argumentis esse nemo non videt. Flumen est magna *aquarum moles ex indole gravitatis particularum fluidi perenniter fluens.* Quod si exigua quantitate aqua descendat, *rivus* et *rivulus* vulgò audit. Quando verò jugis aquarum fluxus

non est, sed temporarius, vocatur *torrens.* Quid sit *directio, alveus, fundus, altitudo, velocitas* fluminis, nemo est, qui nesciat.

402 Prop. I. "Superiores aquæ fluentis particulæ inferiores premunt." Hoc est analogia aquarum stagnantium in vasis, aut aquarum receptaculis satis ostenditur. Strata enim superiora tam in aquis *vivis*, quam in *mortuis* aut detentis, gravitate non destituuntur, qua ad terræ centrum omnia gravia feruntur: unde effectus pressionis, qui gravitatis proprius ubique haberi debet, in aquis fluentibus etiam locum obtinet. Hoc unum discrimen inter aquam currentem et stagnantem intercedere potest; quod scilicet velocitas in fluxu minuat pressionis vim. Sanè in solidis hoc frequenter animadvertimus, vires centripetas á vi projectionis multum imminui, aut etiam absorberi, ut in tormentis bellicis, dum è tubis exploduntur glandes ferreæ aut plumbeæ, animadvertere licet; quorum in centrum terræ delatio primis instantibus insensibilis est. Unde mirum videri non debet si aquæ magno impetu fluentes minorem in fundum, ac latera pressionem, quam stagnantes exerant.

403 Prop. II. "Velocitas aquæ per flumen decurrentis est, ut radix quadrata altitudinis sumptæ à loco, quem præterfluit, at superficiem aquæ scaturientis." Concipere quippe oportet cursum fluminis seu globulorum aqueorum, veluti descensum globi per planum inclinatum labentis (234); in quo descensu longitudo plani est fundus, sive superficies terræ

à fontis scaturigine ad locum, in quo velocitas mensuratur; altitudo verò est normalis à superficie aquæ ad planum horizontale, quod transeat per scaturiginis locum, unde aquæ defluere incipiunt. At velocitas corporis per planum inclinatum descendentis æqualis est celeritati quam grave per lineam rectam ad planum perpendicularem, sive altitudinem plani inclinati descendendo acquireret (239); et hæc ut radix ipsius altitudinis (226); ergo velocitates aquarum per flumina decurrentium sunt ut radices quadratæ altitudinis modo descripto sumptæ.

404 Corol. 1. Quo major alvei declivitas, et altitudo aquarum extiterit, eo major erit aquarum fluentium velocitas. Nam à declivitate soli crescit plani inclinatio, atque adeo etiam velocitas. Aucta verò aquarum altitudine, crescit pariter pressio superiorum in inferiores aquarum moles, à qua pressione velocitas augeatur, necesse est. Hinc est quod superiores aquæ particulæ lentius moventur quam inferiores; quæ quum majorem à pressione celeritatem acquirant, vehementius ad motum concitantur. Verum in fundo plerumque obstacula, aliaque impedimenta celeritatem aquæ retardant; idcirco moles media inter superficiem et fundum, quæ nullam patitur retardationem ab impedimentis, velocius sæpè quam aqua superior et inferior incitabitur.

405 Corol 2. Idem flumen celerius aut tardius in diversis tractibus movebitur pro majore aut minore fundi declivitate, alvei restri-

ctione aut amplitudine, quin moles aquarum augeatur, aut minuatur. Imminuta enim vel aucta declivitate decrescit vel augetur plani, per quod devolvitur, inclinatio: restrictis autem alvei parietibus, vel ampliatis, augetur, vel deprimitur aquæ altitudo: quo ex capite pressionis etiam varietas oriri debet, quæ celeritatem imminuat, aut promoveat.

406 Schol. Missas hic facimus alias extrinsecus advenientes velocitatis, aut retardationis aquarum causas, ut plerumque solet esse aliorum fluminum diversis directionibus incurrentium impactio, quæ vel retardare, vel promovere possunt fluxum juxta angulum plus minusve inclinatum, quem cum alveo fluminis, in quod exonerantur, fecerint. Ventorum etiam impetus, incurrentium undarum maris percussio contra ostium fluminis in mare se exonerantis, aut etiam libella maris nonnihil elatior, ut ferunt, eam esse, quæ Terracinam præterfluit respectu canalium aquas Pontinæ paludis deferentium, quod quamvis difficile creditu sit, moras aquæ fluenti injicere non est dubitandum. Certè Austro vehementius flante, atque undas Tyrrheni maris contra Ostia Tiberina impingente, sæpius in urbe repetitum aspicimus illud Horatii. "Vidimus flavum Tiberim, retortis littore Etrusco violenter undis, ire dejectum monumenta regis, templaque Vestæ..... vagus et sinistra labitur ripa."

407 Corol. 3. Quandoque ex sola præconcepta velocitate, altiore fundo existente, fluere possunt amnes; ac sæpius ita evenire nul-

lus inficiabitur, qui à velocitate concepta corpora contra planum inclinatum incurrentia ascendere conspexerit Et quidem plerumque fundos etiam per longum tractum acclives esse, dubium non est; tum ex accumulatione luti, ramorum, aliorumque corporum, quæ impetu aquarum transferuntur, ex quibus paulatim congestis, interdum insulæ in medio flumine elevantur, ut est insula Tiberina, quæ Pontibus Cestio et Fabricio interjacet.

408 Corol. 4. Dum plura flumina in unum coalescunt, non augentur proportionaliter dimensiones in recipiente. Nam ab aucta aquarum mole, crescit etiam velocitas fluminis, quæ intumescentiam impedit, eo quod aquas citius fluere compellat. A majore etiam rapiditate profundius excavatur fundus, ex cujus declivitate cursus etiam velocitas augetur, atque molis incrementum in aquis impeditur. Hinc Tiberis Aniene auctus, Padus post influxum Panari, aliique ferè idem aquarum volumen ac antea spectatori repræsentant. Unde pronum est deducere, ad faciliorem in mare amnium influxum, ad exundationes coercendas, minimè expedire in plures ramos ostium dividere. Major quippe attritus riparum ac fundi, quæ proportionaliter multum augentur, in causa sunt, ut de concepta velocitate plurimum minuatur, influxusque retardetur.

409 Schol. Ad fluviorum, aut cujusvis aquæ currentis celeritatem dignoscendam usurpari solet corpus aliquod ejusdem specificæ gravitatis, atque habet aqua fluvialis; quod so-

lidum in aqua immersum, ab eaque simul translatum, ostendere debet gradum celeritatis, seu spatium intra datum tempus ab aqua percursum. Quantitatem verò aquæ fluentis dignoscere, præsertim in magna aquarum mole, ut majora flumina solent devolvere, res est majoris momenti, quam pro elementari institutione proponatur. In canalibus minore negotio quantitas aquæ fluentis definitur, si repagulum currenti aquæ opponatur ad modum cataractæ rectangularis sursum mobilis, quo fluxus omnino impediatur. Deinde postquam intumuit aqua, elevetur cataracta, ita ut fluxio habeatur, quæ omnem intumescentiam ulteriorem impediat. Planum est, aquam effluentem tunc affluenti fore æqualem, quum nec augetur, nec minuitur intumescentia: adeoque sectione cataractæ tamquam basi assumpta, ac more solidorum tractata (Math. 425), quantitatem aquæ dato tempore fluentis elicies. Verum qui ad praxim se accingere debeat, hydraulicos adeat, ut sufficientem notionum supellectilem nanciscatur, quæ ad hujusmodi tentamina necessaria est. Nobis hæc satis, superque sunt ad hydraulicas notiones physicam spectantes.

DISSERTATIO V.

ASTRONOMIA PHYSICA.

Miratur Paulus Mako, qui naturæ scientiam ad tironum usum accomodarunt, Astronomiam physicam ferè ad particularem physicæ partem relegasse. "Quid enim, *inquit laudatus Auctor*, magis generale, quam totius hujus rerum universitatis constitutio, in qua causæ rerum singularum ferè continentur, elucentque multo luculentius?" Nos quidem illustris hujus philosophi vestigium sequuti, astronomiam physicam hoc loco tradere statuimus, voluminum molem etiam justius distribuere consulentes. Quare primum, quæ generalia astronomiæ principia attingunt, exponemus; deinde ad systemata, quæ mundi constitutionem dilucidant gradum faciemus; postea peculiares globos, ex quibus mundanus systema componitur, considerabimus; demum generales causas cœlestium motuum indagabimus. Quid verò? hominum ratio non in cœlum usque penetravit? Soli enim ex animantibus nos astrorum ortus, obitus, cursusque cognovimus. Ab hominum genere finitus est dies, mensis, annus. Defectiones solis et lunæ cognitæ dictæque in omne posterum tempus, quæ, quantæ, quando futuræ sint; quæ contuens animus accipit ab his

cognitionem Dei, ex qua oritur pietas; cui conjuncta justitia est, reliquæque virtutes, ex quibus vita beata existit par et similis Dei, nulla re nisi immortalitate cedens cœlestibus, ajebat Lucilius in 2, de Nat. D. c. 6.

CAPUT PRIMUM.

NOTIONES GENERALES SPHÆRÆ MUNDANÆ EXPONUNTUR.

§. I.

Notiones sphæræ cœlestis.

410 Terrestri spectatori cœlum attente consideranti, apparet tamquam superficies sphærica concava plurimis stellis nullo ordine sparsis distincta, cujus centrum ipse sibi occupare videtur. Verum hujusce sphæræ nonnisi hemisphærium se conspiciendum nobis exhibet in aperta planitie aut maris superficie collocatis; ita ut, qui circum oculos convertat, circulum maximum (Math. 397) hujusce sphæræ descriptum circumspiciat, qui *horizon* sive *finitor* latinè audit. Nullum ex astris se conspiciendum nobis præbet, nisi quum ad hunc circulum ex hemisphærio inferiore pervenit; semperque conspicuum erit cœlo sereno, dum supra horizontem versatur, quem iterum attingens, ac infra ipsum se mergens, statim ex oculis evanescit. Vicissitudo itaque dierum ac no-

ctium ab horizonte provenit, quemadmodum astrorum aspectus aut occultatio diurna.

411 Verum hæc vicissitudo aspectum fieri non posset, nisi in singulos dies totum cœlum circum se ipsum (verè, an apparenter, hic non inquirimus) torqueretur: neque constanter eodem aspectu semper manente, nisi circum duo puncta immobilia inflecteretur, ut sunt P, Q (fig. 36); quæ *poli* mundi vocantur. P quidem nobis hemisphærium boreale incolentibus, semper conspiciendum se præbet, atque *Arcticus* ab Ursa minore quæ Arctos græcè dicitur, *Boreales* à vento Borea inde flante, *Septemtrionalis* à septem stellis, Triones dictæ, Ursam minorem componentibus, audit; quæ nomina et hemisphærio communia facit; Q verò semper nobis latens *Antarcticus* dicitur, quia Arctico opponitur; *Australis* à vento inde veniente; *Meridionalis*, quia hemisphærium boreale incolentibus sol meridianus ad eam plagam apparet. Linea recta PQ utrumque polum connectens axis mundanæ sphæræ existit. Hæc duo puncta *Cardinalia* appellare consuevimus, quod veluti cardines sunt, circa quos mundi machina sustentatur et flectitur; quod etiam nomen ad *Orientis* et *Occidentis* solis puncta in die æquinoctiorum extendimus. Ex his notionibus veluti ab oculis haustis, inventa est sphæra *Armillaris*, seu annularis, quæ nudis circulis machinam mundanam repræsentat; quamque melius in prototypo, quam hic lineamentis tantum descriptam intelliges.

412 Circuli sphæræ decem numerantur, *Ho-*

rizon modò descriptus, *Meridianus*, *Æquator*, *Zodiacus*, *Coluri* duo, Æquinoctiorum alter, alter Solstitiorum, et hi quidem *Circuli maximi* sphæræ sunt (Math. 397). Minores autem, quod in sphæra distinguimus, sunt *Tropicus Cancri*, *Tropicus Capricorni*, *Circulus polaris arcticus*, *et polaris antarcticus*. Sunt etiam circuli *longitudinis*, qui ab occidente in orientem; et *latitudinis*, qui ab æquatore ad polos computantur.

413 Horizon alius est *sensibilis*, quem oculis aspicimus, atque antea explicavimus; alius *rationalis*, qui verè sphæram in duo hemisphæria æqualia dividit. Linea *hr* (fig. 37) repræsentat horizontem sive finitorem sensibilem; HR rationalem: unde apparet horizontem sensibilem esse planum superficiem terrestrem tangens in puncto *t*, ac per semidiametrum T*t* à telluris centro distans. Jam si rationalis horizontis polos inquiramus, erunt puncta Z, N 90 grad. ab ipso ubique distantia, quæ *Zenith*, et *Nadir* appellantur, ex quibus primum vertici spectatoris imminet, alterum ad partem hemisphærii oppositi jacet. Circuli ab his punctis ad horizontem ducti dicuntur *verticales* et *azimuthales*.

414 Horizontis munera sunt: 1. Ortum et occasum et altitudinem omnium astrorum ostendere. 2. Diei ac noctis vicissitudines distribuere. 3. Crepusculi tempus indicare; nam quum sol 18 gradibus infra horizontem jacet, crepusculi incipiunt, aut desinunt. 4. Ad altitudinem poli investigandam inservit: quod enim

gradus polus supra horizontem elevatur, totidem latitudinis numeramus. 5. Dividere superius hemisphærium ab inferiore. 6. Ventorum flatus, qui in 37 distribui solent, ostendere. Nam si finitorem in 32 partes æquales dividas, ventorum differentias à cardinalibus incipiendo, facilè dignosces.

415 Corol. Quilibet habitator terrestris globi diversum habet horizontem, eumdemque continenter mutat, dum de uno terrestris superficiei loco in alium transit. Tantum *Antipodes*, qui *nadir* unius habitatoris habent pro *zenith*; eumdem horizontem communem habere queunt. Idem quippe circulus duos tantum polos habet; variatisque punctis, alius circulus respondet. Itaque qui in duobus hisce punctis Z, N collocati fuerunt, eumdem circulum pro finitore tantum habebunt.

416 Cognitis axis mundani extremitatibus ab ipsis manu ducimur in cognitionem *Æquatoris*, qui est circulus maximus AD (fig. 36) æquè distans à mundi polis, P, Q; qui proinde ipsius poli etiam sunt, atque in duo hemisphæria boreale APD, et australe AQD sphæram dividens.

417 Æquatoris munera sunt: 1. Æquinoctiorum tempora definire; nam dum sol ipsum percurrit mense Martio, Æquinoctium vernum; mense Septembri, Æquinoctium autumnale in hemisphærio boreali habemus. 2. Ad altitudinis gradus dimetiendos; tot enim latitudinis borealis gradus numerantur, quot distat æquator à polo boreali, scilicet 90, quod pariter di-

cendum de latitudine australi. Itaque qui sphæram ita dispositam habent, ut ipsum punctum verticale seu zenith in E situm sit, ut ferè imperium Mexicanum incolentibus evenit, latitudo borealis erit quantitas AE, sive distantia æquatoris à zenith. 3. Ab hoc circulo declinationes siderum australes et boreales definiuntur. 4. Mensura temporis seu diei ac noctis artificialis ab æquatore disumitur: nam quum sol 15 gradus percurrerit, ad æquatorem ipsos referendo, horam transiisse; integris 360 decursis, horas 24 sive diem naturalem fluxisse dicimus.

418 *Meridianus* est circulus maximus EPLQ (fig. 36) per zenith, nadir, ac polos mundi transiens, ac in duo hemisphæria orientale et occidentale sphæram dividens: porrò meridiani nomen obtinuit, eo quod dum ipsum sol attingit, meridies sive medius dies jam est.

419 Corol. Quicumque *zenith* et *nadir* habent in eodem meridiano, sub eodem meridiano existere dicuntur: quare omnes incolæ nostri globi, qui in PIEAN etc. zenith habuerint, hac lege comprehenduntur, etiamsi toto *cœlo*, ut ajunt, distent. Verum geographis mos est duos gradus inter meridianos interponere, adeoque in globo et chartis geographicis 180 meridiani descripti sunt; eo quod ferè insensibilis sit varietas in ordine ad meridiem iis, qui minus duobus gradibus orientem aut occidentem versus collocati sint.

420 Meridiani munera, præter jam indicata, sunt: 1. Altitudinem poli sphæræ munda-

næ cuilibet habitatori respondentis indicare: tot enim polus gradus elevatur, quot inter horizontem et polum meridianus intercipit: atque adeò sub æquatore degentibus nulla est poli altitudo; quippe qui in horizonte polos mundi respiciunt. 2. Ad indicandam maximam altitudinem astrorum in hemisphærio nobis respondente: nam quum oriuntur ascendere, dum meridianum attingunt descendere incipiunt. Idcircò *altitudo* meridiana sideris est arcus meridiani ab stella et horizonte interceptus.

421 Schol. Ex præcedente altitudinis meridianæ proprietate methodus facilior describendi lineam meridianam deductus est. Nam si in plano horizontali plures circuli concentrici describantur, in quorum centro stylus, qui *gnomen* audit, collocetur, umbraque solis ante et post meridianum æquale tempus observetur, quando circumferentiam ejusdem circuli attingit, locum designando, arcus ab utraque umbra interceptus in circulo, prius bifariam dividatur; deinde linea recta ducatur per gnomonem et punctum bisectionis arcus, quæ erit linea meridiana, per quam sol quotidie umbram jacit, ab stylo ejus luce intercepta, dum meridianum pertransit. Meridiana autem linea ad angulos rectos intersecta, dabit orièntis et occidentis puncta cardinalia (411), per quæ sol æquinoctiorum tempore oritur, et occidit.

422 *Zodiacus* seu potius *ecliptica* est circulus sphæræ maximus, quem sol annuali revolutione describit, ac per lineam EL (fig. 36)

repræsentatur. Hic circulus æquatorem intersecat sub angulo 23 graduum cum dimidio: puncta duo in quibus æquatorem intersecat in T *æquinoctialia*; duo autem EL ab æquinoctialibus 90 gradus distantia, *solstitialia* vocantur, eo quod dum sol illa duo priora attingit, *æquinoctium* est, nempe dies nocti æqualis; dum verò attingit duo posteriora, est *solstitium*, nempe sistitur solis digressio ab æquatore. Ecliptica autem appellari consuevit, eo quod in hoc circulo solis ac lunæ eclipses celebrentur. Si juxtà eclipticæ ductum spatium instar fasciæ distendas, gradus 8, aut 9 hinc illinc ab ecliptica protensum, *Zodiacum* concipies; qui duodecim signa complectitur, quæ sol per singulos menses invisit, ordine sequenti incipiendo ab æquinoctio verno, quod 19 aut 20 Martii occurrere solet; quum sol *Arietis* signum ingreditur.

Sunt Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo,
 Virgo,
Libraque, Scorpius, Arcitenens, Caper, Amphora, Pisces.

Ex his tria prima *vernalia*; tria sequentia *æstiva*: *autumnalia* et *hiemalia* suo ordine sex ultima dicuntur: quæ et *australia*, sicut et sex prima *borealia*, eo quod in hemisphærio septemtrionali hæc, illa in australi locata sint. Item ab initio Capricorni sex supra *ascendentia*, à Cancro autem *descendentia* vocant astronomi, videntes solem è Capricorno ad nos appropin-

quare eousque dum Cancrum attingat, quo tempore recedere incipit.

423 In ecliptica uti diximus: 1. Eclipses eveniunt solis, ac lunæ. 2. Ex ejus declinatione ab æquatore anni tempestates diversæ proveniunt, *veris*, *æstus*, *autumni* ac *hiemis*; noctiumque ac dierum inæqualitas. 3. Ab ea sumuntur latitudines et longitudines siderum; *latitudo* stellæ est arcus circuli latitudinis inter ipsam et eclipticam interceptus: *longitudo* sideris est arcus eclipticæ ab Arietis initio versus ortum, usque ad latitudinis circulum numeratus. Punctum intersectionis eclipticæ cum circulo latitudinis astri dicitur ejusdem *locus eclipticus*, sive ad eclipticam comparatus.

424 *Coluri* sunt circuli maximi sese ad angulos rectos intersecantes, et transeuntes, alter per puncta æquinoctialia, alter per solstitialia, quæ proinde dividunt sphæram in quatuor partes æquales. *Colurus solstitiorum* ille est, qui per solstitialia *Cancri* et *Capricorni* puncta transit: *Colurus æquinoctiorum*, qui per *Arietis* et *Libræ* puncta eclipticam dividit.

425 *Tropici* sunt duo circuli minores EM, NL (fig. 36) æquatori paralleli, atque ab eo 23 gr. cum dimidio distantes. Ex his *tropicus Cancri*, qui ad polum arcticum jacet, à sole percurritur in die solstitii æstivi; *tropicus* verò *Capricorni* die hiemalis solstitii: hi circuli determinant annuam solis reversionem, à qua *tropici* nomen à græcis inditum est.

426 Demum *circuli polares*, *CB*, *IR* sunt duo circuli minores æquatori paralleli, descrip-

ti à conversione diurna polorum eclipticæ; quum verò ecliptica ab æquatore 23 ½ distet, distantia polorum ejusdem à polis mundi erit etiam 23 ½; ac distantia eorumdem ab æquatore per 66 ½ grad. protendetur; qui simul additi 90 grad. æquantur. Nomen ipsis inditum est à vicinitate poli, cui adjacent: idcirco *polaris arcticus* et *polaris antarcticus* dici consueverunt.

§. II.

Præcedentes notiones globo terrestri applicantur.

427 Quæ in præsentia dicturi sumus geographiæ physicæ fundamenta existunt, ex quibus notiones geographicæ, sive scientia globi terrestris, quatenus est mensurabilis, derivantur. Itaque omnes circulos, quos in cœlesti sphæra descripsimus, ad globum terrestrem transferre oportet, in quo *horizon*, *æquator*, *meridianus*, *ecliptica*, *coluri*, *tropici*, *circuli polares*, *poli* et *axis* concipiendi sunt eo prorsus modo, quo in sphæra cœlesti describuntur; ipsisque circulis cœlestibus situ parallelo et concentrico, ac si de circulis maximis sermo sit, sub eodem plano jacentes, intelligi debent. Concipiamus in figura 36 globum terrestrem repræsentari; PQ erunt poli, et axis terrestris; AD æquator; APDQ meridianus; EL ecliptica; EM, NL, tropici; *CB*, *IR* circuli polares.

428 Telluris superficiem in quinque portiones dividunt geographi, quas *zonas* solent nuncupare: quæ inter tropicos EMLN interci-

pitur *zona torrida* audit; quam incognito orbe novo inhabitabilem veteres crediderunt; posset commoditatis causa in *australem* et *borealem* partiri; at quoniam contiguæ sunt, placuit geographis duas in unam conjungere, et nostrum non est in re litteraria dictatorem agere. Zonæ torridæ amplitudo ad 47 gradus extenditur; tot enim à tropico ad tropicum numerantur. *Zonæ temperatæ* inter torridam et circulos polares interjacent: *septemtrionalis* EIRM inter tropicum Cancri et circulum polarem arcticum comprehensa ad 43 sive 43 ½ grad. porrigitur versus boream: quod idem de altera australi *NLBC* versus austrum intelligendum est. Denique *zonæ frigidæ* reliqua segmenta globi *IPR* ad septemtrionem: *CQB* ad austrum occupant, à quibus *borealis* et *australis* nomen habuere. Proinde omnia loca, quæ latitudinem 67 gradibus majorem aut 66 ½, uti aliis placet, obtinuerint, sub zonis frigidis, parum invidenda fortuna comprehenduntur.

429 Schol. Si sol in æquatore AD semper moveretur *zonæ* omnes temperatæ forent: aut citiùs zonarum divisio locum non habuisset. Verum quum sol per eclipticam EL modò ad tropicum EM, modò ad alterum NL accedat; planum est, hemisphærium APD dum sol NL versatur, minus ab ipsius calore foveri, quod et australi AQD evenire debet, dum per EM proprius hemisphærium boreale sol lustrat. Hinc zonam torridam cui sol propinquior est, ab ipso torreri concipiebant veteres, qui hæc nomina imposuerunt; dum quæ mediæ sunt, nec

nimio frigore, nec summo calore angerentur: contra atque frigidis evenire debet, quas dum sol ad hemisphærium oppositum vergit, perpetua nive et glacie algere necesse est. Ex quo etiam fonte ortum habuit *climatum* divisio, quam statim explicabimus: nam si sol, ut in die æquinoctiorum, per æquatorem jugiter moveretur, pares semper dies noctibus essent per universam terræ superficiem: nunc autem à majore solis proximitate aut distantia dies noctibus, nisi sub æquatore degentibus, impares sunt; alternante lucis vicissitudine juxta arcum majorem aut minorem, quem sol supra horizontem describit, ita ut circumpolaribus regionibus solstitiorum tempore aut perpetua nox, aut dies per aliquot menses perduret.

430 *Clima* igitur est differentia lucis diurnæ maximæ inter habitatores terræ ab æquatore ad polos degentes. *Climata* tum *australia*, tum *borealia* distingui debent; prout hemisphærium incolendum cuique obtigerit, ut evenit in gradibus latitudinis. Hujusmodi climata in 24 distribuere placuit, à *semihoræ* differentia, quæ inter loca æquatori proximiora inveniuntur usque ad circulos polares, à quibus sex alia climata mensium computantur, eo quod per menses integros sol supra horizontem continenter appareat. Sub primo climate degunt, qui 12 horas cum dimidia supra horizontem vident solem in die solstitii suo hemisphærio respondentis. In secundo 13 horas, in tertio $13\frac{1}{2}$, et sic deinceps usque ad 24; quod incolæ sub circulo polari degentes complent. Ex

quo sex alia climata mensium numerantur; dum qui à circulo polari versus polum recedunt, mensem integrum supra horizontem, duos, tres, sex deniquè menses numquam occidentem solem circumspiciunt.

431 Ut hactenus dicta dilucidè percipiantur, tres positiones sphæræ cœlestis ad habitatoris horizontem distinguuntur: *recta* nimirum, *obliqua* et *parallela*. Omnes, qui sub æquatore degunt *rectam sphæræ positionem* habent; quia æquator, et horizon eorumdem sub angulis rectis intersecantur, ut ex æquatoris et horizontis definitione perspicuum est. Qui verò ab æquatore ad polos recedunt, *sphæram* habent *obliquam*, quum eorumdem horizon æquatorem oblique intersecet. Denique qui sub ipso polo, si qui sunt, degunt, *positione sphæræ parallelæ* gaudent; eo quod ipsorum finitor terrestris cum æquatore congruat situ parallelo.

432 Schol. Plura phænomena notatu digna ex hisce tribus positionibus originem trahunt. In sphæra recta noctes et dies continenter æquales cernunt habitatores; contra atque in parallela evenit, quibus dies sex menses durat, totidemque nox. Tempestates anni nullæ distinguuntur incolis æquatoris; quoniàm una est cœli temperies et aspectus: parallelam habentibus duæ tantum apparent juxta dierum ac noctium varietates: etiamsi effectus quatuor tempestatum, quos sphæram obliquam habentes experiuntur, probare quoquo modo posse, negare non ausim. Verum quod Pluche notavit, subducto lucis calculo, quam his sex mensium

nocturni homines nanciscuntur, fortasse invenientur habere in horizonte lucem ad longius tempus perdurantem, quam ceteri terræ habitatores. Nam si totis mensibus, quibus ab sole illuminantur, dum hic percurrit eorum hemisphærium; crepusculi tum ante adventum, quum post recessum solis per aliquod menses addendi sunt; qui à refractione maxima quidem in atmosphæra polari ob densitatem majorem quam in aliis terræ locis, longiores et clariores inibi loci crepusculi esse debent, quam per reliquam terræ superficiem.

433 Antequam reliqua exponamus, quæ ad positionem geographicam incolarum nostri globi pertinent, *longitudinem* et *latitudinem* geographicam cursim sæpius indicatam, dilucidè comprehendere opus est. Antiqui quidem geographi, quibus superficies terræ ad orientem et occidentem magis cognita erat quam ad polos; longitudinem terræ eam possuerunt, quæ ab oriente in occidentem protenditur: latitudinem ad polos computarunt.

Ceterum æquator terrestris satis commodam divisionem exhibebat graduum latitudinis, contra ac in longitudine evenit, quæ *punctum fixum* undè sumatur non habet; quamvis multorum ingenia irrito conatu hoc problema solvere tentarint. Apud recentes geographos ferè convenit, longitudinis gradus à meridiano per mediam insulam à *Ferro* dictam, quæ ultima Hesperidum ad occidentem Europæ jacet, orientem versus longitudinis gradus computare. Nimirum 360 gradus in quos circulus

partiri consuevit, in æquatore incipiunt computari ab eo puncto, in quo ipse et meridianus insulæ *Ferri* sese intersecant.

434 Schol. Placuit nonnullis recentioribus longitudinem in *orientalem* et *occidentalem* dividere; ita ut primus gradus *longitudinis orientalis* ab insula *Ferro* orientem versus numeretur usque ad 180 gradus. Ab eadem insula versus occasum progrediendo primum longitudinis occidentalis gradum desumunt. Quod etsi commodiori supputationis geographicæ calculo factum sit, ab omnibus tamen receptum non video.

435 Corol. Cujusvis loci longitudo erit punctum, in quo arcus meridianus ejusdem loci et æquator se intersecant; totque gradus longitudinis computabuntur, quot in æquatore fuerint intersectiones ab insula *Ferro*, ad locum de quo agitur. Hinc quum meridianus mexicanus ab altero prædictæ insulæ 275 grad. distet ab oriente ad occidentem progrediendo, tot erunt gradus long. in charta geographica Mexico inscribendi: quod pariter extendendum est ad quodcumque aliud problema solvendum, in quo longitudinis gradus aut describendi sint, aut in charta jam descripta locus inveniendus foret datis longitudinis gradibus. Verum hoc tantum designaret locum vagum in arcu meridiani, qui per totam qua latè patet chartam extenditur. Itaque ut punctum determinatum occurrat, in quo urbs aut locus inscripta, aut inscribenda sunt, latitudinis gradum simul cognoscere oportet.

436 *Latitudo* igitur geographica est arcus meridiani ab æquatore et polo interceptus, qui per quadrantem circuli sive 90 gradibus comprehenditur. Hinc quum in utroque hemisphærio australi et boreali hujusmodi distantia à polo ad æquatorem æquis gradibus dividatur; latitudinem in borealem et australem partiuntur juxta hemisphærium, in quo locus jacet, nominandam; ab æquatore numerationem graduum incipiendo, ita ut qui uno gradu, duobus, viginti etc. ab æquatore habet suum *zenith* aut punctum verticale; sub 1, 2, 20 gradu latitudinis borealis aut australis prout ad æquatorem situm fuerit, existere dicatur.

437 Corol. En itaque integram problematis suprapositi solutionem. Datis gradibus longitudinis et latitudinis, urbem aut locum quempiam in chartis geographicis, quas vulgo *mappas* vocant, invenire, aut describere. Quoniam in chartis sive generalem globi descriptionem, sive peculiarem provinciæ, aut regni, sive quartam orbis partem topographiam contineant, gradus latitudinis ab æquatore ad polos, à parte superiore ad inferiorem, longitudinis vero à sinistra ad dexteram delineati inveniuntur: quære primum gradum longitudinis datæ à dextera ad sinistram, aut contra progrediendo; quo invento, inquire à parte superiore ad inferiorem punctum intersectionis linearum, in quo gradus datus latitudinis longitudinem inventam intersecuerit; hoc est punctum ubi inscribere debes urbem, aut illam descriptam invenire. Ex. gr. urbs Mexicus gradu 275 long. à Le-

xicò geographico manuali statuitur, quamvis à Cambersio in *Legico universali* 235 dicatur collocata, ac 20 lat.: quare inquire primum in charta à sinistra dexteram versus prædictum numerum grad. long.; quo reperto, sursum versus numera 20 grad. lat.: punctum intersectionis utriusque lineæ longitudinis et latitudinis urbem Mexicum indicabit. Quod si charta describenda foret topographica, dispositis lineis, ut mos est, juxta gradus longitudinis et latitudinis cuilibet loco à geographis assignato, nomina locorum inscribes in charta.

438 Schol. Ceterum latitudinem et longitudinem cujusvis loci invenire, res operosa est, ac majorem industriam, quam à tirone exigenda sit, exposcit. Satis sit indicare, astronomos altitudinem poli ab stellis perpetuo supra horizontem apparentibus, quæ bis in 24 horis per meridianum transeunt, hac metodo determinare. Una ex his fixis perpetuæ apparitionis assumpta, utrumque transitum superiorem et inferiorem per meridianum observant ope quadrantis astronomici, qui in plano meridiani, convexitate deorsum versus recipiente, collocari debet: deinde altitudinem minorem à majore detrahunt, ac dimidiam differentiam minori altitudini adjungunt, aut à majore subducunt, cujus residuum est *altitudo poli.* Quæ quidem eo exactior erit, quo *tabulæ refractionum*, quibus utuntur ad corrigendas observatas altitudines à refractione, quæ astrum supra locum verum ostendunt, ut infrà exponetur, majore absolutione constructæ fuerint.

439 Longitudinem ab eclipsibus lunaribus, aut jovialibus definiunt. Planum quippe est seriùs aut citius astrorum ortum videri ab his, qui remotiores, aut proximiores orienti sunt. Porrò sol per singulas horas quindecim fermè gradus percurrit; sive quod in idem recidit, gradum quarto quoque minuto. Unde liquidum est, quod si eclipsis Romæ observetur hora matutina quarta et minutis viginti, Mexici observabitur, quum ad quartam matutinam cum 20 minutis, ibi desint horæ septem et min. 40. At horis septem et minutis 40 sol percurrit 115 gradus: totidem ergo distat Mexicus ab urbe Roma. Jam si demas 30 gradus, quos ab urbe distat meridianus insulæ *Ferri*, hic à Mexicano distabit 85 gradus longitudinis occidentalis, sive 275 more solito computatæ.

440 Ex præjactis notionibus plura problemata geographica resolves, quæ tantum indicare sufficiat. 1. Datis long. et lat. grad. quota hora sol oriatur, occidat, meridianum pertranseat in quolibet terræ loco? 2. Quo hemisphærio, climate, ac zona quisque locus collocatus sit? ac proinde quot horas habet ejus maxima dies, et maxima nox? quove tempore tempestates anni aperiuntur? Planum quippe est in altero hemisphærio tempestates oppositas nostris haberi; ex. gr. dum nos hiemem, illi æstatem: dum illi autumnum, nos ver habemus. 3. Duo viatores, ex quibus alter ad orientem, ad occidentem alter iter agerent, quod horas numerarent, datis gradibus, quos conficerent? aliaque sexcenta.

441 Tandem ut pauca curiosa, quæ in geographia tradi solent, breviter absolvamus, *antæci* dicuntur, qui sub eodem meridiano in hemisphæriis oppositis ad eamdem ab æquatore distantiam degunt; ac proinde eosdem gradus longitudinis et latitudinis habent, variato tantum adjectivo *borealis* et *australis* in latitudine, easdemque horas numerant: oppositas tamen habent tempestates. *Periæci* audiunt, qui in eodem hemisphærio, ac sub eodem meridiano jacent; distant tamen inter se per semicirculum æquatori parallelum. Hinc sol meridianus alteri lucet, dum alteri media nox est, et vicissim: tempestates tamen anni easdem aspiciunt. *Antipodes* vocamus eos, qui ex diametro nobis in altero orbis hemisphærio opponuntur. Hinc commune nobis cum ipsis meridianus, longitudo, ac latitudo; at integro semicirculo ejusdem puncta, sive toto cœlo, ut ajunt, à nobis distant. Puncta verticalia ex diametro nostris opposita habent, ita ut zenith nostrum, ipsis nadir sit, et versa vice. Tempestates demum oppositæ ut *antæcis*, ac dies noctesque contrariæ velut *periæcis* contingunt.

442 Schol. Celebre fuit apud veteres problema de antipodarum existentia; affirmantibus alteris, alteris negantibus etiam magno ingenio viris. Magellanus hoc problema solvit primus, dum circumvectione instituta per fretum ab ipsius nomine deinceps appellatum, ad insulas Philippinas appulsus est, ubi miserè periit: ab ejusdem tamen sociis in navi cui erat insigne *Victoria* circumnavigatio perfecta est, eodem

unde discesserunt appulsi. Furiosi prorsus est, ne dicam dementis, summos viros ob id calumniari, et contemnere, quod si ad illa tempora vixisses, *ni gallinæ filius albæ* fores, procul dubio sustinuisses.

443 Demum *ascii* aut sine umbra vocantur habitatores zonæ torridæ, qui bis aut saltem semel in anno in meridie nullam umbram projiciunt; quod Mexicanis sub finem mensis Maji et medium Julii evenire debet. Eosdem torridæ zonæ incolas *amphiscios* appellant, eo quod umbras aspiciant modo dextras, modo ire sinistras, et nos quum ad ignotum orbem *venimus*, mirati sumus *umbras nemorum non ire sinistras*, ut quondam de arabibus cecinit Lucanus. *Heteroscii* audiunt, qui continenter umbram versus eamdem plagam emittunt, quales zonarum temperatarum incolæ sunt, quos sol aut à meridie, aut à septemtrione constanter illustrat. Tandem *periscios* vocant polarium regionum incolas, quia quaquaversus umbras emittunt, eo quod sol in horizonte circum ipsos moveatur integram revolutionem diurnam perficiens; unde versus omnes plagas mundi ipsorum umbra distenditur.

CAPUT SECUNDUM.

DE COELESTIBUS PHÆNOMENIS E TERRA SUSPECTIS.

§. I.

De astris è tellure observatis.

444 Observatio I. Cœlum nocturno tempore suspicienti, stellæ omnes in ipso contentæ, sensim ab oriente in occidentem ferri videntur. Quæ tamen hodie post occasum solis nasci conspiciuntur, cras aliquanto citius, ac citius deinde in singulos dies ortum anticipare observantur: quod pariter de occasu evenire res est manifesta, donec anni circulo exacto, eisdem et horis ortus, et occasus repetere deprehendantur. Motus hic *diurnus*, *communis*, *ac primi mobilis* appellari consuevit; verus, an apparens, postea videbimus.

445 Observatio II. Verum attentè astrorum loca in cœlo notantes, plerasque stellas stationes suas, sive mutuam distantiam observare animadvertimus: dum aliæ quædam continenter positionem mutant, atque ab occidente ad orientem motu præcedenti contrario feruntur. Hoc etiam est solis insigne phænomenon, qui quotidie cursu motui diurno ab oriente in occidentem opposito ab occidentali ad orientalem plagam defertur; donec toto cœli ambitu, decursu unius anni peragrato, ad idem pun-

ctum revertatur. Ob id stellæ easdem distantias observantes *fixæ* dicuntur: quæ situm mutant, *planetas*, seu *stellas errantes* appellare consuevimus. Perspicuum autem est, hoc à motu peculiari uniuscujusque provenire; quem *proprium* vel *periodicum* dicunt: unde fluxit divisio diei in *solare* et *sidereum*. Solaris est integra revolutio solis à meridiano loci usque ad regressum ad eumdem meridianum. Si stella fixa, et sol simul ab eodem meridiano discedant, die sequenti prius fixa quam sol ad eumdem revertetur, scilicet 23 horis, 56′, 4″ elapsis, qui est dies sidereus.

446 *Planetæ in primarios et secundarios* partiuntur. Primi circum solem, quem inter planetas Ptolemaici recensent, ob idque et nos in ipsis numeramus, feruntur; suntque Uranus, quem alii Herschel appellant ab egregio astronomo anglo, qui illum observavit primus, Saturnus ♄, Jupiter ♃, Mars ♂, Venus ♀, Mercurius ☿, Sol ☉, Luna ☽, copernicani loco solis, quem in stellis fixis numerant, terram ♁ substituunt. Secundarii *planetæ* satellites aut lunæ dicti, circum primarios gyros suos peragunt. Uranum duo comitantur, fortasse plures, sed hactenus ob distantiam Herschelis attentionem effugerunt, qui etiam hos satellites in planeta suo detexit, atque ex eorumdem magna ab Urano distantia plures alios intermedios latere suspicatur. Saturnum septem circumambiunt, quinque noti jam erant: duos postremos, qui etiamsi primi seu viciniores planetæ sint, sextus et septimus audiunt, idem

Astronomus adjunxit. Jovem quatuor sequuntur. Satellitum numero luna terrestris à Copernicanis adjungitur. In Marte, Venere et Mercurio nullus etiamnum observari potuit, quamvis Veneris luna nonnullos jam delusit, qui se eam comperisse existimarunt.

447 Schol. Planetas à fixis distinguere possumus 1. ob majorem molem, quam plerique spectatori repræsentant. 2. A luce, in qua nulla aut tenuis scintillatio animadvertitur. 3. Ut jam innuimus, ab situs mutatione, qui peculiaris ipsorum character est: ut autem invicem eos secernamus, Saturnus luce intermortua insignis est, Jupiter fulgens; Mars subrubeo colore infectus, ac plerumque à sole nimium distantes hi tres conspiciendi se præbent: contra ac Venus, quæ etiam si splendore ceteros præcedat, à sole plusquam 47 grad. numquam recedit, semperque ipsum aut præcedit matutino tempore, et tunc *Lucifer* et *Phosphorus* audit; vel consequitur, et *Hesperus* dicitur. Mercurius rarò visendum se præbet ob vicinitatem solis, à cujus radiis occultatur; verum à minore mole satis à Venere discernitur, semperque ipsum ut Venus præcedit aut sequitur.

448 Locus in quo astra nobis apparent, pleramque non ipse est, quem reipsa occupant, nisi in nostro zenith collocata sint. Hinc locus *physicus* et *opticus* ab astronomis distinguitur: primus est is, in quo revera astrum versatur, alter in quo nobis apparet: qui quidem vel à centro terræ linea ducta accipitur, et *locus geocentricus* erit, vel ab oculo spectatoris ad

stellam, et tunc *apparens* tantum est, quem reipsa non occupat. Hinc originem habuit *parallaxis*, sive loci mutatio in astro à terra viso. Esto centrum telluris C (fig. 38), locus spectatoris A; punctum verticale Z, astrum observandum B. Ducta CBD usque ad superficiem, sphæræ cœlestis, erit locus stellæ geocentricus D: recta autem AB ex oculo observatoris ducta, per B illam refert ad punctum E. Est itaque parallaxis distantia DE, quam metitur angulus DBE = ABC: distantiam veram à zenith Z dabit angulus ZCD; distantiam apparentem ortam à parallaxi, metietur angulus ZAE: quare parallaxis minuit altitudinem sideris supra horizontem: adeoque respectu plani verticalis ZC deprimitur, majorque apparet distantia à zenith, quam revera sit.

449 Corol. 1. Distantia astri CB à centro terræ est ad semidiametrum terrestrem AC, ut sinus anguli CAB ad sin. ang. ABC (Math. 452); sive ut sinus distantiæ apparentis à zenith, ad sinum parallaxeos ABC. Nam BC : CA :: sin. ang. BAC : sin. ang. ABC. Enimvero angulus ZAE eumdem sinum habet, atque alter CAB; quum sit ejus complementum (Math. 444): quare quum BC exprimat sideris à centro terræ distantiam, et AC semidiametrum terrestrem, cognita hujus magnitudine, distantia apparente stellæ à zenith, et parallaxi, invenietur distantia BC sideris à centro terræ. Quin etiam distantia AB eruitur; nam cognito angulo ZAE, statim innotescit alter BAC, qui est illius ad duos rectos complementum; quumque

nota ponatur parallaxis, seu angulus parallacticus ABC, tertius angulus etiam eruitur ACB. (Math. 328): ex quo sequens proportio instituitur: sin. ang. parallaxeos ABC est ad latus oppositum AC, ut sin. ang. ACB, ad AB (Math. 472).

450 Corol. 2. Eadem manente distantia stellæ à centro terræ, sinus parallacticus, sive parallaxis est ut sinus distantiæ apparentis à zenith. Quare si astrum in I fuerit, quum anguli tum congruant sivi in unam lineam coalescant, nulla erit parallaxis. Ceteroquin quo remotius fuerit à puncto verticali Z, major erit parallaxis, adeoque in horizonte maxima: quod quidem de astris terræ vicinioribus dictum sit; quo enim propriora terræ sunt, majorem habent parallaxim. Stellæ fixæ parallaxi horizontali carent, ob summam à tellure distantiam.

§. II.

De refractione, et aberratione lucis.

451 Dissertatione 2, cap. 5, docuimus, corpus motum, quod medium densius ingreditur, lineam rectam amplius non affectare: quare lux ab astris emissa statim ac atmosphæram attingit, à sua directione inflectitur, viamque diversam insistit; atque eo magis, quo strata atmosphærica densitate crescunt, ut ab illius parte extima ad superficiem terræ evenire, vaporibus ejus densitatem augentibus, perspicuum est. Quare si astrum sit in S (fig. 39), oculus spectatoris in O, radii *Sc*, *Sv*, *Sm* assidere S venien-

tes, semel ac superficiem atmosphæræ attigerunt in punctis *c*, *v*, *m* illico inflectuntur, ita ut ad puncta O, *t*, *n* remittantur; atque eo magis, quo strata densiora offendunt, donec ad oculum deveniat. Rursus objectum oculus refert juxta leges opticæ ad eam partem sive punctum, ad quod spectat linea recta, quæ est directio, secundum quam in retinam incidit: unde spectator sidus S ad locum X referre debet, aberravitque à puncto vero S toto angulo SOX.

452 Corol. Quum à parallaxi sidera deprimi, sectione superiore docuerimus, atque à refractione è loco attollantur, planum est effectus contrarios à parallaxi et refractione induci; qui si ubique æquales forent, longa fastidia parallaxes et refractiones supputandi astronomi vitarent. Verum observante La Caille in sua Astronomia, refractio horizontalis admodum inconstans est, ut quæ, quandoque ad 32, 36, ac etiam 38 min. perveniat, nec ulla lege subjiciatur regulariter variante, usque ad altitudinem 10 vel 12 grad. Denique 45 grad. superante sidere minor fit 1 min. usque dum æqualiter semper decrescens, in zenith penitus evanescat. Ex his observationibus tabulæ confectæ sunt, in quibus hujusmodi refractiones supputatæ observatorum commodo exhibentur.

453 Si spectatoris oculus moveatur, dum lumen ab astro emissum ad nos descendit, ipsius lucis aberratio oriri debet. Esto sidus E (fig. 40), quod lumen emittat directione EB, dum oculus ad A in B transit: corpusculum lucidum ponatur in C, dum oculus A movea-

tur ab A in B, ita ut spatium AB sit ad spatium BC, uti velocitas oculi ad velocitatem corpusculi lucidi. Perspicuum est, quo tempore oculus A pervenit in B, corpusculum C ad ipsum perventurum; quod perinde est, ac si corpus lucidum C duabus simul velocitatibus ageretur, lineis CD, CA proportionalibus, ex juxta harum linearum directiones impressis. Si enim ita esset, jam ex theoria motus compositi constat, corpus per CB velocitate CB actum iri. Jam verò velocitas CD, quum sit æqualis et parallela, et juxta eamdem directionem ac velocitas AB oculi, patet lucidum corpusculum non posse illa vi, quæ huic velocitati respondet, impressionem in oculum facere. Restat igitur, ut impressionem faciat illa vi, quæ respondet velocitati ac directioni CA, seu DB ipsi CA æquali et parallela. Perveniens ergo oculus in B radium lucis CB, excipiet, quasi prodiret à puncto D directione DB: quare punctum lucidum E ad D referet. Fac AB cymbam esse, quæ per flumen aut canalem feratur, cui pons impositus sit, è cujus summitate dum cymba sub ipsum transit, è puncto C demittatur saxum, quod spatium CB percurrat, dum cymba ab A in B defertur: periculo facto invenies, cymbam à saxo secundum directionem DB percussum iri, ita ut si supra butyrum, aut quamlibet materiam mollem saxum decideret, non secundum directionem CB, at juxta directionem DB fossam excavaret. Angulus itaque CBD est quantitas, sive *angulus aberrationis*, qui in stellis singulis ad 20″ pervenire potest. Planum autem, in quo et

stella, et linea AB, juxta cujus directionem incola terrestris movetur, jacet, *planum aberrationis* appellatur.

454 Corol. Quum celeritas, quam motu progressivo acquirimus è loco ad locum progrediendo, ferè nulla sit respectu habito ad lucis velocitatem; aberratio luminis in his translationibus nulla est. At si tellus motu annuo circum solem feratur, motus hic omnibus telluris incolis communis, parit aberrationem, cujus quantitas minuta secunda circuli ferè 20 æquare potest, ut à Bradlejo primum observatum fuit, ac repetitis experimentis confirmatum an. 1728.

§. III.

Reliquæ notiones à phænomenis derivatæ.

455 *Orbita* planetarum est curva, quam motû proprio describunt; quæ si foret circulus, sol, circum quem moventur, centrum occuparet, semperque ab ipso æquè distarent: si autem ellipsis fuerit, ad alterum ex focis situs sit oportet (Math. 506): quod pariter de tellure dicendum, si centrum orbitarum statuenda foret. In hac autem hypothesi *orbita excentrica* est, ejusque excentricitas (Math. 513) est distantia foci à centro ellipsis. Ex quo id planè deducitur, planetas in orbita elliptica moveri, quum ex observationibus constet, quandoque terræ ac soli proximiores, quandoque remotiores abire. Proximitas major ad solem dicitur planetæ *perihelium*; major recessus *aphelium*: quæ respectu terræ *perigæum* et *apogæum* audiunt. Linea *apsi-*

dum est recta, quæ *aphelium et perihelium*, aut *apogæum et perigæum* conjungit; eo quod hæc puncta *apsides* nuncupantur. Motus proprius ab occasu in ortum dicitur in *consequentia*, sive juxta ordinem, quem consequuntur signa cœlestia. Motus ipsi oppositus in *antecedentia*, aut contra ordinem signorum vocatur.

456 Observatio 1. Non raró planetæ suspiciuntur sine ullo motu proprio, quin ad orientem aut ad occidentem accedant, tuncque *stationarii* sunt: quandoque relicto cursu, quo ferebatur planeta, retroagitur in *antecedentia*, sive in *occidentem*, ac proinde *retrogradus* dicitur. Dum veró viam in *consequentia* insistit, *directus* apellatur. Sol et luna semper directi observantur: reliqui *stationarii*, *retrogradi directi* pro diversa ipsorum, aut terræ ad ipsos positura, quod non leve est contra immobilitatem terræ præjudicium.

457 Observatio 2. Planetas videmus nonnumquam toto cœlo distare, ut dum sol occidit, luna oritur in plenilunio: hujusmodi phænomenon *oppositio* est planetarum, dum scilicet per semicirculum distant. Quod si hæc distantia ad quadrantem circuli minuatur, esse in *quadratura* dicuntur: dum veró ad idem cœli punctum respondent, in *conjunctione* sunt; quæ nomina in luna jam apud vulgum innotuerunt. Verum planetas reliquos se invicem occultare, adeoque in conjunctione esse, res est astronomis observata.

458 Corol. 1. Si planeta è terra visus soli opponitur, tellus inter ipsum et solem jacet:

dum autem in conjunctione cum sole versatur, aut sol et terra planetam medium intercipiunt, aut sol medius inter utrumque jacet. Deductio adeo manifesta est, ut nulla egeat ulteriore demonstratione, aut explicatione. Ex quo id etiam sponte descendit, Mercurium ac Venerem terram in sua orbita non comprehendere, quum numquam mediam intercipiant; sed vel inter Solem et Terram, vel ad alteram solis partem semper versentur: Mercurius quidem quandoque medius à Venere et Sole comprehenditur, quod Veneri respectu Mercurii numquam contingit: unde planetarum soli vicinissimus est Mercurius, deinde Venus, quod de luna pariter dictum habe, quam numquam mediam sol et Mercurius, aut Venus accipiunt. Non ita contingit in reliquis planetis, qui semper intra orbitam propriam terram, Lunam, Venerem, et Mercurium comprehendunt; ita ut Mars intra Jovem, quem aliquando occultavit, sicut et Jupiter Saturnum; adeoque inter hunc et Martem jacet, quos omnes Uranus complectitur.

459 Corol. 2. Ex hactenus tradita planetarum collocatione, eruitur explicatio phænomeni ferè quotidie observati in Venere ac Mercurio: nimirum hos planetas semper aut solem præcedere matutino, aut post ipsum incedere vespertino tempore versus occasum. Nam si volvuntur circum solem, quin tellurem ambitu suo amplectantur, dum in sua orbita incedentes à minima ad maximam à tellure distantiam progrediuntur, matutino tempore præcedant solem, atque ante ipsum occidant necesse est:

dum verò à maxima ad minimam à tellure distantiam regrediuntur, vespertino tempore semper suspici debent, atque post solem occumbere.

460 Corol. 3. Lunæ orbita terram complectitur, minimè verò solem. Hic autem orbita sua comprehendit terram ac lunam; superiorum autem planetarum orbitæ eclipticam includunt; Mercurii et Veneris orbitæ ecliptica includuntur. Ex quo id jam descendit, lunæ orbitam esse terræ proximiorem, deinde Veneris, Mercurii, Solis, Martis, Jovis, Saturni, Urani orbitas consequi: aut si copernicano ordine collocandi sunt solem quiescentem ambiunt Mercurius, deinde Venus, Terra cum sua Luna, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus. Stellæ fixæ omnium astrorum remotissimæ versantur: nam à planetis etiam supremis occultari sæpè notatum est; quod humiliores esse fixis luculentissime ostendit. Idem pariter in cometis observatum fuisse in ipsorum apparitionibus, postque eorum lucentes caudas fixas transparere, testantur astronomi. Ex quo planè derivatur, cometas etiam ad nostrum systema pertinere, quamtumvis plures ex his Saturno subliniores ferantur; immensumque à fixis distare, quod infra, ubi de cometis sermo recurret, amplius confirmabitur.

CAPUT TERTIUM.

De mundi systematibus.

§. I.

Systema ptolemaicum.

461 Antiquissimum ex systematibus illud esse debuit, quod oculis omnium repræsentatum, nullo negotio compingitur inconsulta ratione. Quare illud, nomine Claudii Ptolemæi, insignis astronomi Alexandrini, elucidatum in suo *Almagesto*, sœculo æræ christianæ secundo, vulgare, et antiquissimum systema dici debet. Terram in centro universi collocatam posuit astronomus Alexandrinus (fig. 41), circa quam ordine sequenti movebantur planetæ: Luna terræ vicinior, deinde Mercurius, quem tamen ægyptii veteres in propria sede collocabant soli viciniorem, quam Venerem planetam, ac circum ipsum utrumque se torquentem. Ptolemæus autem Venerem Soli proximiorem statuit, eo quod inter terram et solem conspiciatur nonnumquam, dum Mercurius ad alteram solis plagam apparet; post Lunam, Mercurium ac Venerem, Solem, Martem, Jovem, Saturnum moveri decrevit in propriis orbitis seu sphæris, quas solidas concipiebat. Post planetas stellas veluti fornice quadam insculptas voluit, ac cœlum stellarum appellavit. Demum quosdam cælos crystallinos conflavit, cœlos ceteros includentes, qui tamen à primo mobili circumscriberentur,

à quo ad motum diurnum concitantur, sicuti reliqui omnes planetarum cœli.

462 Systema Ptolemæi ab omnibus desertum fuit, ob magna, quæ in astronomiam et physicam absurda continebat. Nam nullus planeta, si Lunam excipias, circa tellurem circumfertur, omniumque orbitæ telluri excentricæ inveniuntur. Deinde Mars quandoque proximior est terræ quam sol, post quem etiam Mercurius Venusque nonnumquam ab eadem recedunt. Verum gravius adhuc in physicam peccat ptolemaicum systema. Quis enim concipere unquam valeat primum mobile secum abripiens reliquas planetarum sphæras motu pernicissimo, quin harum motum contrarium ab occasu in ortum penitus extinguat? Si enim sphæræ omnes invicem insertæ, et colligatæ sunt, quo pacto motu generali ab oriente feruntur in occasum; ac simul motu peculiari præcedenti opposito ab occasu in ortum recedunt? Quod si nullo nexu devinctas asseras, primum mobile ipsas ad motum concitare nullo modo potest, ut luce meridiana clarius est. Sed hæc hactenus.

463 Ut huic systemati manum medicam adhiberet Ticho Brahe, egregius astronomus suecus, ex Knusturp in Scandia, Danus ab aliis dictus ob longam in Dania mansionem, plura in eo reformavit, adeoque ab ejus nomine sistema tichonicum, hoc ptolemaicum reformatum, nomen invenit. Idcirco etiamsi quatuor à morte Copernici annis natus fuerit Ticho, ejus systema ptolemaico annectimus. Terram cum astronomo Alexandrino in medio mundo quiescen-

tem ponit (fig. 42), circum quam lunam primum, deinde solem moveri decernit. Verum reliquorum planetarum non terram cum Ptolemæo, sed solem cum Copernico centrum esse voluit: ita tamen ut orbita Mercurii ac Veneris intra terram et solem comprehendantur: dum reliquorum planetarum orbitæ tellurem ac solem complectuntur.

464 Ut nodum in ptolemaico systemate inextricabilem *retrogradationis*, *stationis*, ac *motus directi* planetarum explicaret commentus est Ticho, planetas moveri per quamdam curvam spiris constantem (fig. 43), quæ ferè epicyclis Ptolemæi respondet, in qua dum planeta ex A in B recedit, terrestri spectatori apparet *directus*: *stationarius* dum ex B tendit in D: *retrogradus* demum quum à D fertur in E. Mirandum tamen est solem, ac lunam hujusmodi saltus non peragere, sed recta semper tendere, quæ naturæ via semper fuit; dum alii intrincatissimum hunc cursum conficere juventur, et hoc primum est contra tichonicum systema præjudicium. Deinde in eo nulla fit mentio motus diurni, quo cœlum ab oriente in occasum cieri quotidie videtur, ac velocitatem requirit incomprehensibilem, si cum Ptolemæo à primi mobilis impetu impresso derivandus foret. Demum ne plura congeramus, si orbitæ planetarum superiorum Solis, Mercurii, ac Veneris orbitas intersecant, evenire tandem poterit, ut ad idem intersectionis punctum concurrant, totaque harmonia systematis pessundetur. A physica iisdem, quibus ptolemaicus mundus

urgetur difficultatibus opinio Tichonis: neque minus implicatos motus concipere oportet in hoc, quam in altero Ptolemæi systemate; ex quo satis capite omnino à physica relegandus plerisque videtur. Qui Ricciolum, Fortunatum à Brixia, aliosque tichonicos legat, satis, nullo suggerente, per se ipsum animadvertet *malæ causæ pejus patrocinium* huic opinamento etiam à doctissimis viris adhiberi. "Si pergama dextra defendi possent, etiam hac defensa fuissent. Verum opinionum commenta delet dies, naturæ judicia confirmat," quod copernicanæ hypothesi evenire, ejus expositio dilucidè ostendet.

§. II.

Exponitur copernicanum systema.

465 "Hycetas Syracusius, ut ait Theophrastus, cœlum, solem, lunam, stellas, supera denique omnia stare censet, neque præter terram rem ullam in mundo moveri, quæ quum circùm axem se summa celeritate convertat, et torqueat, eadem effici omnia, quæ si stante terra, cœlum moveretur. Atque hoc etiam Platonem in Timæo dicere arbitrantur, sed paulò obscurius," ajebat Tullius in Lucul. c. 39. Hanc motus terræ antiquorum chaldæorum ac pythagoreorum opinionem è pulvere, in qua jacebat, excitavit, implicatissimè tamen, Nicolaus Cusanus Cardinalis; quam 80 annis elapsis illustriorem reddidit Nicolaus Copernicus, Tornii in Prussia regali natus, ac postea Varmiensis canonicus, sæ-

culi XVI insignis astronomus, ac publici juris fecit in lib. de *Revolutionibus*, quem Paulo III nuncupavit: in quo præmissis modo Ciceronis verbis excitatum se ait ad systema suum compingendum. Quod quidem nonnullis Newtoni aliorumque astronomorum accessionibus illustratum, apud plerosque scriptores receptum hodie videmus, velut hypothesim adamussim phænomena omnia cœlestia explicantem.

466 Solem in centro solaris systematis (fig. 44) collocant copernicani, circum quem torquentur Mercurius, Venus, Tellus cum Luna, Mars, Jupiter, quatuor satellitibus stipatus, Saturnus septem, Uranus denique, qui ab analogia majore satellitum numero cumulatus creditur, etiamsi Herschelio duo tantum se conspiciendi hactenus præbuerint. Cometæ systematis solaris appendices sunt, quos tamen in orbitis extra zodiacum descriptis ferri ab omnibus in confesso est. Stellas fixas tot esse soles, quarum quælibet centrum proprii systematis, existit, circum quod alii planetæ, ac fortasse etiam cometæ volvantur, corollarium est copernicani systematis, quod novissimè illustravit Lambertus ex Alsacia oriundus astronomus, Berolini tamen fato immaturo functus, in litteris cosmologicis, quas in compendium redactas titulo *Systematis mundi* edidit Merianus, ac nos hispanicè redditum tom. 3. *Recreationum cosmologicarum* adjunximus; opus quod à septem annis absolvi, ineditum tamen etiamnum manere nuper rescivi. Sed ad Copernicum redeamus.

467 Phænomena cœlestia perbellè in hypo-

thesi copernicana explicari, vel Ricciolus ejus impugnator acerrimus in suo *Almagesto novo* candidè fatetur. Triplicem motum copernicani telluri concedunt, scilicet rotationis diurnæ circa suum axem, circumvectionis annuæ per eclipticam, quam vulgò soli tribuimus; atque nutationis axis, à quo motus stellarum sive orbis magni, postea explicandus, phænomenon proficiscitur. Duo primi motus in plerisque planetarum observantur, uti in Luna, Jove, imò et Sole ipso rotationis motus è maculis solaribus conspicuus efficitur: ac fortasse etiam tertius deprehenderetur, ni summa lentitudo ac planetarum distantia astronomorum conatus eluderet. Verum in turbine puerorum triplex hic motus satis conspicuus, maximè in fine quum remissior est agitatio, nobis exhibetur; dum circum axem se circumvolvens, curvas irregulares juxta plani inclinationes decurrit, ac remisso sub finem impetu, quo volvebatur, parvulos circulos ejus axis describit.

468 Itaque 1. Ex diurna telluris rotatione ab occasu in ortum dierum, noctiumque vicissitudines proveniunt; dum terra versus solem, nunc hoc nunc alterum hemisphærium sensim inflectit. Planum quippe est, partem versus solem aspicientem ab eo illustratum iri, altera in tenebris remanente; neque hoc ulteriore indiget expositione. Quum verò tellus ab occasu in ortum inflectitur, sol, stellæ, cœlum denique totum ab oriente in occidentem ferri nobis videtur, motum quippe nostrum ipsis tribuimus; ut vulgari navis vela facientis exemplo convinci-

mur, in qua vectoribus *terræque urbesque recedere* videntur.

469 2. Ex motu telluris annuo ratio redditur, cur sol moveri per eclipticam videatur, circulum annuum conficiens. Esto S (fig. 45) sol, RT orbita telluris, r, 69, ♎ ecliptica, ubi signa cœlestia collocata ad infinitam fermè à nobis distantiam concipiuntur. Sol S nobis in ♎ cernitur, dum tellus in T versatur, quia radius visualis TS versus eam plagam fertur, ad eamque referimus solem, quem in Libra versari dicimus. Verum si terra è sole S aspiceretur, ad signum Arietis nobis responderet per radium ST. Locus igitur telluris in ecliptica ex diametro opponitur loco, in quo sol nobis apparet, ac 180 gradibus semper distans. Quare dum tellus per orbitam RT circumvehitur, habitator terrestris solem continenter videbit signis ex diametro oppositis respondere; motumque suum annualem ipsi attribuet illusione optica deceptus.

470 3. Anni tempestates veris, æstus, autumni, ac hiemis non minore felicitate exponunt copernicani; quod imaginatione magis, quam ratiocinio ad concipiendum opus est. Hujusmodi phænomenon huc tandem recidit, incolas terrestres sub tropico Cancri, ut ferè mexicani sunt, aut verius zacatecani, qui sub hoc tropico habent suum zenith, die solstitii borealis suspiciunt solem suis capitibus imminentem, quod et ceteris sub eodem circulo degentibus evenit. Vicissim tropici australis, ut brasilienses ad flumen Janeirum degentes, idem con-

tingere sibi vident die 21 Decembris in solstitio nobis hiemali. Jam sit S sol in centro systematis collocatus (fig. 46), ABCD orbita telluris, per quam tellus motu annuo defertur eclipticæ respondens: *ns* axis terrestris semper sibi parallelus per totam orbitam manens, dum terra per ipsam rotatur; *b* tropicus cantri, *c* tropicus Capricorni, *a* æquator globi terrestris. Jam dum tellus est in A, radii solis versus tropicum Cancri perpendiculariter feruntur, adeoque Zacatecanorum verticibus imminent: unde per totum hemisphærium boreale æstas erit, quemadmodum in vulgari modo concipiendi solem ultro citroque circumeuntem, ab omnibus intelligitur. Contra evenit terricolis australibus, quibus ob percussionem obliquam radii solaris, hiems sit oportet. Post quartam orbitæ partem peragratam, in B tellus invenietur, ubi radii solares, versus æquatorem perpendiculariter jaciuntur; fiuntque noctes diebus æquales, ex quo autumnus incipiet borealibus; australes autem ver recreare incipiet. Dum terra percurso altero orbis annui quadrante erit in C, radii solis tropicum Capricorni *c* perpendiculariter respicient; unde australes æstas, nos hiems vexabit. Demum in D versus æquatorem iterum sol perpendiculariter radios diriget, diesque noctibus rursus æquans, æquinoctium vernum nobis afferet, australibus autumnale hiemis nuntius adveniet. Qui tentamen hujusce phænomeni facere velit, lucernam in medio collocet, ac globum modo indicato circum ipsam agat, integram revolutionem perficiens; cer-

netque omnia adamussim evenire, quemadmodum exposuimus.

471 4. Planetas *stationarios, retrogrados, directos* cerni debere, corollarium est è motu telluris annuo necessariò deducendum, etiamsi omnes reapse semper directi ferantur. Esto ABCD (fig. 47) telluris orbita, sole S centrum ejus occupante: *abcd* segmentum orbitæ Martis repræsentet: FPH arcum sphæræ cœlestis. Quoniam Mars duobus ferè annis cursum suum circum solem absolvit, dum tellus integram revolutionem perficit, ipse nonnisi dimidium orbem conficiet, atque adeò eo tempore quo terra ex A in B transferatur, Mars ex *a* in *b* transibit, quo quidem tempore terricolis apparebit *directus*; quoniam dum tellus in A versatur, is à nobis ad punctum F refertur: tellure adhuc in B translata, nobis cernetur in H, sive arcum FH secundum signorum ordinem in *consequentia* decurrisse. Quum globus noster ex B in C defertur, Mars ex *b* ad *c* transit: nos tamen eum rursus ad H per rectam C*c* referimus: Mars itaque nobis stare videbitur. Denique postquam terra ex C in D, Mars ex *c* in *d* agitur; quare per rectam D*d* à nobis refertur ad P: en itaque retrocessionem qua circum HP contra signorum ordinem in *antecedentia* trahi videtur. Habes igitur Martem *directum*, *stationarium*, *retrogradum*. Eadem methodo reliquorum planetarum *stationes*, *retrogradationes*, ac *motum directum* expones; quum hujusmodi illusiones opticæ ex eo tantum proveniant, quod non eodem tempore, ac tellus orbes suos perficiant;

sed vel celerius ut Mercurius et Venus, aut tardius, ut superiores alli planetæ cursum absolvant.

472 5. Tertius in terra motus concipitur lentissimus ille quidem, quo fit ut ejus axis circa axem eclipticæ volvatur ab oriente in occidentem, absolvens singulis annis arcum 50″, 30‴. Ex quo id necessariò consequitur, stellas fixas promotas ab occidente in orientem eadem quantitate 50″ 30‴ nobis apparere, atque adeò et eorum longitudo singulis annis augetur totidem 50″ cum dimidio. Inde *præcessio æquinoctiorum* originem ducit, annusque magnus sive *Sidereus*, *Platonicus* etiam dictus, poetarum quoque fabulis celebratus, quasi omnia, quæ in mundi theatro spectacula præcesserunt, stellarum redito ad priores stationes renovanda forent, *atque iterum ad Trojam magnus mittetur Achiles*. Et quidem integra axis terrestris circum axem eclipticæ revolutione, quæ intra 25, et 26 mille annos contingere debet sensu modo explicato, stellas omnes ad pristinum locum rediisse terricolis apparere debere, res est in medio posita. Verum si stellæ *Arietis* versus orientem progrediuntur ab puncto intersectionis eclipticæ et æquatoris, hoc punctum in occidentem respectu stellarum transferri debet, adeoque æquinoctium singulis annis 50″ cum dimidio anticipetur necesse est, undè *æquinoctiorum præcessio* huic phænomeno nomen inditum est.

473 Schol. Newtoniani causam physicam hujusce motus existimant esse attractionem so-

lis ac lunæ contra æquatorem terrestrem; qui quum inclinatus sit ad eclipticam ac prominentior (254) quam poli, à sole, et luna magis attrahitur. Ex quo id etiam deducunt, planum æquatoris ad planum eclipticæ sensim accedere, tandemque congruere debere; id quod etiam observationibus statuere conantur. Louvilleus quidem examinavit Marsiliæ observationes 20 retrò sæculis à Pithea factas, et sibi visus est invenisse, quod post Pitheæ lucubrationes ad æquatorem accesserat ecliptica 20 minutis. Profectò suspicioni locus esse poterat, non omnino accuratè rem examinasse Louvilleum. At P. Gaubil, Missionarius è Societ. Jesu in imperio Cinensi, à P. Boudier ejusdem instituti, qui partes Louvillei sustinebat, exoratus anno 1733 umbras meridianas gnomonum cinensium consultavit easque obliquitatis imminutioni favere reperit. Accuratius tamen P. Ximenez ex eadem familia, florentinum gnomonem anno 1755 observavit, conferens signa solstitialia, quæ Paulus Toscanella notaverat, cum repetitis etiam anno 1510; ex quibus observationibus collatis cum solstitio ejusdem anni 1755, quod ipse observavit, invenit tropicum Cancri ad zenith cathedralis ecclesiæ Florentinæ, sub quo gnomon est collocatus, uno minuto cum 12 secundis annis 245 accessisse, sive distantiam eorumdem hac quantitate imminutam fuisse. Neque attentionem Ximenis effugit, lunæ periodum etiam *oscillationem* quamdam, quam *nutationem axis* appellant, in ipsum axem terrestrem inducere, quam à periodo 19 annorum, quo

nodi lunares ad eumdem locum redeunt post integram conversionem, desumunt plerique; qua etiam computata imminutionem prædictam locum habere autumavit. Hæc sanè ab hoc astronomo asserta diminutio dimidio minor est illa à Louvilleo et Godino computata, quæ 6000 annos cuilibet gradui imminutionis assignabat. Demum Lalandius astronomorum novissimus re benè perpensa existimat, diminutionem inclinationis quovis sæculo minuto respondere: quod cum Louvillei sententia perfectè consonat. En observationum seriem à Pithea ad Lalandium.

	Grad.	Min.	Sec.	Anni.
Pitheas	23,	52,	41.	324 ante Chr.
Eratostenes	23,	51,	20.	230
Hypparchus	23,	51,	20.	140
Ptolemæus	23,	50,	22.	140 æræ Chr.
Papus	23,	50,	22.	340
Albategnus	23,	35,	00.	880
Regiomontanus	23,	30,	00.	1460
Valterus	23,	30,	00.	1476
Copernicus	23,	28,	00.	1525
Rotman. et Brigius	23,	30,	00.	1570
Ticho Brahe	23,	31,	30.	1587
Keplerus	23,	30,	00.	1627
Gassendus	23,	31,	00.	1636
Ricciolus	23,	30,	20.	1646
Cassinns	23,	30,	00.	1672
Hire	23,	29,	00.	1700
Louvilleus	23,	28,	00.	1714
Condaminius	23,	28,	24.	1736

Cailleus	23,	28,	19.	1750
Landius	23,	28,	7,7'''.	1770

474 6. *Parallaxis annua*, sive *aberratio luminis* à Bradlejo observata, in copernicana hypothesi tantum explicari potest; imò ipsius confirmatio luculentissima existit. Porrò *parallaxis annua* dicitur mutatio loci, quam in fixis animadvertunt astronomi, ita ut parvam ellipsim circumpolares stellæ, lineam verò rectam in ecliptica collocatæ singulis annis describere videantur, quod à motu annuo telluris provenire, nisi obstinatè oculos veritati occludere velimus, rem esse perspicuam, asserunt Copernicani. Nam quum tellus per orbitam ellipticam circum solem feratur, cujus diameter sive axis majoris duo extrema puncta inter se distant 66 millionibus leucarum geographicarum, quarum 25 grad. orbitam terrestrem conficiunt, hic ellipticus telluris motus, *parallaxim* annuam debet producere, quæ in stellis id exhibeat in cœlo, quod in telluris orbita apud nos peragitur; parvam nimirum ellipsim describere, quæ velut imago sit orbitæ terrestris, si cum stellis versus polos collocatas conferatur: quod, si tellus staret, procul dubio non eveniret. Verum stellæ circumpolares, observante Bradlejo astronomo anglo, anno 1728, parvam ellipsim annuam describunt, cujus diameter sive axis major 40 min. secundis æqualis est. Stellæ autem in ecliptica sitæ lineam rectam axi ellipseos respondentem describere videntur; ita ut locus in ecliptica ubi

stella est in oppositione cum sole, 40 secundis distet à loco ubi eadem postea est in conjunctione cum sole: quia nimirum tota diametro orbitæ terrestris uterque locus distat à terra.

475 Maxima tamen occurrebat difficultas in conciliando hoc fixarum motu cum annuo motu telluris; eo quod ellipsis polaris, et linea in ecliptica ab stellis descripta, non eodem sensu ferri ac terra procederet, observabatur. Quem nodum ut solveret, feliciter ocurrit Bradlejo, id à motu telluris cum motu, quo lux ab stellis ad nos propagatur compositione derivari; quod aberrationem lucis producere art. 453 jam exposuimus. Nam si terra immobilis permaneret, semper in eodem cœli puncto fixæ observarentur: verum si terra circa solem annuo motu fertur, percurrit 20 min. secunda in sua orbita tempore minutorum primorum octo, quo tempore ex observatione jovialium eclipsium constat lucem percurrere orbitæ terrestris radium, id est distantiam terræ è sole. Quum verò nos objectum referamus ad punctum impressioni respondens, stellas non in vero suo loco, at per lineam rectam tum temporis puncto cœli et loco percussionis interceptam videre debemus; ac secundum inflexionem ellipseos hujusmodi radii visuales disponi. Ejusmodi aberrationem sensu modo exposito felici successu observationibus respondere experti sunt. Inter alios academici Parisienses, referente Condaminio, qui ad Peruvianum regnum profecti sunt ad gradum meridiani di-

metiendum, ferè eo tempore, quo Bradlejus suas tabulas *aberrationes* lucis ediderat. Quum enim post exquisitam in observando diligentiam, fixarum positiones secundum anni tempestates variare animadverterent, Bradlejanam theoriam motus terrestris cum lucis propagatione contulerunt, quo facto, omnis varietas evanuit.

476 Schol. Hujusmodi loci mutatio vera non est parallaxis fixarum, ex qua earum distantia et magnitudo eruit valeat (448): nam quum proveniat à motu annuo telluris, quem nos ad fixas referimus, nihil commune habet cum parallaxi planetarum, ex qua eorum magnitudo ac distantia depromitur. Hinc stellarum magnitudo ac recessus à nobis semper incerta manent, nec nisi longo intervallo aut conjecturis ad ea definienda accedere fas est. Verum parallaxim annuam fermè trium secundorum in fixis à recentioribus astronomis esse detectam, auctor est Para; quod supputationi distantiarum viam apperiret, si reapse talis parallaxis vera inveniatur.

477 7. Leges Kepleri, celebris proximè superioris sæculi astronomi, in hypothesi copernicana tantum locum habent; in quocumque alio prorsus perturbantur, naturaque sui oblita videtur. Porro Keplerianæ leges sunt: 1.ma "Areæ quas describit radius vector, sive recta planetæ centrum, cum centro solis conjungens, sunt temporibus proportionales." Legis sensus est, planetas etsi inæqualibus velocitatibus in suis orbitis ferantur; tamen areas quas verrit

ejus radius vector semper esse ut tempora, quibus percurruntur; æquales æqualibus; duplas duplis etc. 2.da lex: "Quadrata temporum periodicorum in planetis primariis circa solem motis sunt ut cubi mediarum distantiarum." Ex. gr. tempus periodicum Martis ferme 2 annis absolvitur, Mercurii tribus mensibus; adeoque tempora sunt inter se ut 8: 1; quare quadratum temporis Martis ad quadratum temporis Mercurii erit ut 64: 1; et eorum cubi distantiarum in eadem ratione 64: 1; quod algebricè sic exponitur. Esto tempus Martis T, tempus Mercurii t; distantia primi D, alterius d: ex lege Kepleri erit $T^2 : t^2 :: D^3 : d^3$, ac

proinde $T : t :: \sqrt{D^3} : \sqrt{d^3}$ (Math. 211). Consule dicta ubi de viribus centralibus, maximè art. 201. Lex 3. "Planetæ primarii circa solem in orbibus ellipticis convertuntur, quarum alterum focum sol occupet (Math. 506)." Verum hujusmodi ellipseon compressio admodum exigua est, ita ut ferè cum circulo confundatur. Nam in Mercurii orbita, quæ omnium planetarum maximè compressa esse animadvertitur, tantum quinquagesima sui parte axis major minorem superat (Math. 504). In Martis orbita axis major minorem quatuor millesimis excedit; quæ differentia adhuc minor in reliquis planetis observatur. Hujusmodi leges à Keplero in primariis tantum demonstratæ, ad satellites etiam post ipsum detectos extendi, astronomi invenerunt; imò Newtonus ad cometas pariter non infelici successu applicavit,

quantum eorumdem apparitiones admodum raræ deducere permittunt.

478 Jam si terra planeta cum Copernico fiat, qui cum ceteris circum solem torqueatur, prædictæ leges sartæ tectæ servantur: dum ipsa quiescere jussa, relatè ad eam, solem, et lunam, omnia turbantur. Nam tempora periodica sunt lunæ 27, solis 365; distantia lunæ à terra fermè 60 semidiametr. terrestrium: quadrata temporum sunt lunæ 729, solis 133, 225: cubus distantiæ lunæ 216, 000; quare quartus proportionalis 39, 460, 356, cujus radix cubica dabit 340 semidiam. terrest. pro distantia media telluris á sole, quum hæc ad 34377 ab quibusdam astronomis extendatur.

479 8. Posita etiam orbita telluris elliptica, in quo Newtonus Copernicum reformavit, qui areas circulares ponebat, aliud phænomenon, solis nimirum mora in signis septemtrionalibus octo fermè diebus longior quam in australibus, dilucidè explicatur. Planum quippe est, terræ orbita ABCD (fig. 46) elliptica existente, solem non in centro ellipseos, sed in alterutro foco collocandum esse, ex quo pars BAD, quam percurrit tellus æstivo tempore, major esse altera BCD, quam hiemali tempestate lustrat, perspicuè deducitur; atque adeo plus temporis insumere debet sol partem orbitæ BAD, quam alteram BCD percurrens; unde differentia octo ferè dierum inter æquinoctium vernum et autumnale intercedat oportet.

480 Quæ quum ita sint, diei noctisque vicissitudines, anni temporum reditus periodicus,

tempestates anni diversæ, planetarum *stationes*, *retrocessus*, *processus*, *æquinoctiorum præcessiones*, aberratio lucis, Kepleri leges, solis mora productior æstate quam hyeme, ac demum telluris analogia cum planetis, quæ perfectam similitudinem inter ipsam et reliquos ostendit, "præcipuæ rationes sunt, *inquit Para*, quibus præjudicium terræ immobilis sublatum fuit, et rerum universitas opus infinita sapientia dignum. Apud astronomos, et alicujus nominis physicos telluris motus non amplius problema, sed certa sententia est, de cujus veritate nemo, nisi omnino in re physica jejunus, per hos dies ambigit. Hypothesis vera ostenditur, quum omnibus naturæ phænomenis congruere demonstratur, et hæc phænomena, rejecta hypothesi, absurda demonstrantur. Talis verò est hypothesis telluris planetæ. Si plura ad rei veritatem quæras, eris profecto inter Pyrrhonicos pertinacissimus." *Para tom.* 4. *Phys. art.* 1341.

481 Alio modo rem expedit Boschovichius. "Ingens consensus, inquit, observationum cum Keplerianis regulis, astronomos eo impulit, ut jam non pro hypothesi, sed pro detecta veritate ejus theoriam respiciant; quæ communis persuasio in immensum est aucta, posteaquam ex ejus legibus Newtonus causas cœlestium motuum derivavit, et ex iis causis derivatæ sunt pleræque ex inæqualitatibus, quæ utcumque multo minores, adhuc supererant; et adhuc multo magis crevit ipsa theoriæ æstimatio, ubi cometarum orbitæ, ex iisdem principiis computatæ, cum phænomenis apprimè consense-

runt, et ubi inæqualitates lunares, quæ longo tot sæculorum labore ad nullas certas leges reduci poterant, extra syzygias ex eisdem causis derivatæ cum phænomenis consenserunt.... Hinc autem telluris translatio circa solem, quam Keplerus adhibuit, et cui Newtoniana theoria innititur, in astronomia passim recepta jam est; quæ quo pacto cum absoluta ejus immobilitate conciliari debeat, innuimus suprà." Supplem. ad lib. 4 Philos. Ben. Stay.

482 Porro in Supplem. ad lib. 1. conciliationem proponit Boschovichius, censens motum telluris circum solem esse dumtaxat respectivum, nimirum respectu spatii in quo systema planetarum continetur. Si enim hujusmodi spatium totum concipiatur mobile, et transferri motu, qui sit contrarius et æqualis motui terræ; hæc reipsa quiescet, ita ut non habeat motum progressivum, sed quamdam trepidationem exiguam, quam exigit æquilibrium, à motibus in superficie factis perpetuò turbatum. Verum ejusmodi cogitata, ut et illa quorumdam, qui motum terræ diurnum circum axem concedunt, annum circum solem negant, aut Cartesii à respectivà in vortice quiete quietem telluris motæ cum vortice explicantis; subtilia inventa sunt ad textus S. Scripturæ exponendos, quin nec copernicanis, nec anticopernicanis satisfaciant. Sed juvat audire utriusque partis concertationem in objectionibus.

§. III.

Ojectiones contra Copernici hypothesim.

483 Objectio 1 ex Astronomia. Si tellus circum solem convertitur, polum continenter mutare debemus: evidens quippe est telluris polum per ellipsim ABCD (fig. 46) perpetuo motu cum ipsa delatum, singulis momentis diversum punctum cœli respicere. 2. Si tellus per orbitam prædictam movetur, mundi polus alternis attolli, et deprimi debet respectu horizontis incolæ terrestris: nam si ab austro ad boream, aut contra procedam, à tropico ad tropicum accedendo, polus respondens accessui attollitur dum alter deprimitur; tellus igitur poli altitudinem mutare debet dum ab A ad C appropinquat, aut à C ad A regreditur.

R. ad 1. Planè concedendo singulis momentis polum physicè mutari in hypothesi terræ motæ; minimè verò sensibiliter ob enormem fixarum à tellure distantiam, ob quam radii visuales in orbita annua semper paralleli nullam diversitatem sensibilem inducunt relatè ad objectum ferè immensum à nobis collocatum. Ex optica enim habemus, duas parallelas in magna distantia concurrere videri.

Ad 2 R. Altitudinem poli minimè mutari; quia arcus à polo et horizonte interceptus, qui mensura est altitudinis poli, numquam variatur ob cursum telluris annuum, polo telluris parallelo semper manente, ac eamdem ad loci hori-

zontem inclinationem observante. Hoc autem in homine à tropico ad tropicum in superficie terrestri progrediente non evenit, cui polus continenter deprimit, aut elevatur respectu horizontis.

484 Objectio 2 ex Physica. In hypothesi terræ motæ plura absurda consequerentur. Nam 1 ædificia omnia corruerent: quum majorem motum à terra participarent, quam à concussione maximi terræmotus. 2 Corpora per tangentem elaberentur, ut lutum in rotis currus vehementi motu concitati. 3. Globus è tormento verticaliter erecto explosus, aut pila è manu sursum projecta ad eumdem locum non rediret, et qui tormentum bellicum ab ortu ad occasum exploderet, majorem ictum in incurrentem scopum, quam qui ex occasu in ortum collimaret. 4. Nubes, meteora aerea, aliaque viderentur nobis in occidentem tendere, ut stellæ. 5. Ventus semper flaret ab ortu ad occasum. 6. Aves redeuntes ad nidos, nusquam eosdem invenirent. 7. Mare ab occasu in ortum magno impetu ferretur, littoraqua irrumpens, terras orientales obruere. 8. Gravia decidentia non per lineam rectam in centrum descenderent, sed curvam describerent. 9. Motus corporis descendentis, non esset uniformiter acceleratus, quippe à motu terræ pars ejus accelerationis eliderétur.

R. ad 1. Motu vertiginis diurni non efficí, ut linea directionis ædificiorum extra basim cadat, ut in terræmotibus usuvenit, ex quo ruina consequitur; sed ædificia simul cum ter-

ra delata, semper eadem linea directionis in basim gravitant.

Ad 2 R. Vis centrifuga à corpore vi motus projectionis concepta à vi centripeta eliditur; unde oritur motus circularis, quem diurna vertigine tellus cum omnibus, quæ ejus superficie continentur, describit (188). Non ita evenit in luto rotis currus adhærente, aut vasis fluidum continentibus vehementi currus motu delatis, in quibus vis centrifuga major est centripeta, atque adeo per tangentem abeunt. Et hæc est responsio ad sequentes objectiones: nimirum motum terræ atmosphæræ communicari, ex quo omnia contingunt intra ipsam, ac si in quiete versaretur, ut in navi evenit iis qui in ipsa vehuntur. Et quidem si è portu vectores noctu nec opinantes solverent, ut nonnumquam laxatis funibus anchorarum accidit, omnia peragerent, perinde ac dum in statione remanebant, quin mutationem ullam in süo statu sentirent. Qui è prora ad puppim accederet, eisdem gressibus, ac dum staret, ferretur, quin citius ipsam offenderet: pila ludentes ipsam emitterent, ac reciperent eodem prorsus modo, ac dum anchoralia navim retinebant: qui si pilam verticaliter projicerent, in eorum manum recideret per lineam, quæ ipsis verticalis videretur, quum reapse curvam describere certum sit; quam in littore stantes perspicuè conspiciunt. Hinc quæ de acceleratione motus afferuntur, eamdem in navi, ac in tellure difficultatem habent: nec ideo unquam acceleratio gravium impugnata est, ex eo quod

corpora è summitate mali in tabulatum navis magno impetu delata aliquam in acceleratione à motu horizontali retardationem patiantur. Itaque motus gravium comparativus, qui sub sensus nostros cadit, et quem tantum in descensu gravium consideramus, semper est acceleratus, ac percussionem efficit accelerationi respondentem; eo modo quo in casu figurato navis velocissimè incitatæ, grave è summitate mali delapsum eodem impetu percutit subjectum tabulatum, ac si navis penitus quiesceret.

485 Object. 3. Hypothesis copernicana tres motus in tellure simul admittit, ex quo capite systema ptolemaicum impugnant copernicani; ergo æquè absurdum utrumque censeri debet. R. Certum, ratumque omnibus esse hujusmodi motus in systemate mundano reperiri: quare aut cum Ptolemæo vel ejus reformatoribus Thicone et Ricciolo, aut cum copernicanis explicandi sunt. Supra jam exemplo turbinis tres motus, qui perfectè motibus telluris respondent, componi simul posse, ostendimus: imò et plures art. 276 explanatum est simul existere posse, quin ullum interponant obstaculum, quo se mutuo elidant, aut destruant: in quo typus copernicani systematis adumbratus fuit. Quod ad prolemaicos motus attinet, ex diametro oppositos esse, ac se invicem destruentes, nemo est qui non videat; quum sphæræ solidæ ponantur cum sphæra primi mobilis arctè colligatæ, ut ab ortu in occasum ab ipsa deferantur, dum simul contrario motu ab occidente

ad ortum motu cuilibet sphæræ proprio feruntur. Quamobrem ptolemaici reformatores, hujusmodi sphæris confractis, astra per apertum ætherem moveri jusserunt; in quo sanè collisiones motuum in sphæris evitarunt. Verum planetæ ab occasu in ortum motu proprio ferrentur, dum à sole versus terram adducuntur, et simul abducuntur ab inferiore ad superiorem partem epicycli, in quo cientur: deinde motus diurnus astrorum unde provenit? quomodo etiam cum aliis motibus contrariis componitur? Hæc sanè cum physicæ legibus quomodo conciliari possint, ipsi viderint.

486 Objectio 4 theologica. Copernicana hypothesis apertè pugnat cum sacris litteris. "Oritur sol, et occidit, et ad locum suum revertitur, ibique renascens gyrat per meridiem, et flectitur ad aquilonem." *Ecclesiastes cap. 1.* "Sol contra Gabaon ne movearis, et luna contra vallem Ajalon. Steteruntque sol, et luna.... Stetit itaque sol in medio cœli, et non festinavit occumbere spatio unius diei." *Jos. cap. 10.* "Ecce ego reverti faciam umbram linearum per quas descenderat in horologio Achaz in sole..... Et reversus est sol decem lineis." *Isa. ca. 38.* R. Copernicanam quæstionem hic pro argumento intrudi. Nam hoc demum inquiritur, dum de veritate copernicanæ hypothesis disputatur, utrum textus sacrorum librorum in sensu nimis litterali, an in sensu communis locutionis accipiendi sint. Si copernicana hypotesis verum est mundi systema, procul dubio allata Scripturæ verba, veluti innumeri alii textus ejusdem,

in sensu minus rigoroso, ac vulgi captui accomodato interpretandi veniunt, ut apud interpretes passim legimus fieri debere, quin opus sit longum catalogum adducere. Quod si ptolemaici falsitatis arguerint copernicanos, ostendentes terram quiescere, sensus Scripturæ litteralis procul dubio est retinendus. Quarè omnino ab ingenuo veritatis amore abhorret, in invidiam copernicanos adducere, quasi veritati ravelatæ contradicant; quod sanè spiritum partium palam ostendit in iis auctoribus, qui hujusmodi argumentis utuntur. Moderatè Joannes B. Duhamelius postquam expendisset argumenta copernicana, ac prout illa erant tempora in Thyconis systema inclinare se dicat, candidè fatetur, textus Scripturæ commodè á copernicanis explanari. "Non inficior, *ait*, rationes, quæ contra terræ motum afferuntur, vix ullius esse momenti: nam sive terra quiescat, sive sol, et fixæ moveantur, eadem prorsus apparent phænomena: sed quum Scriptura terra stabilitati nonnihil favere videatur, hanc velut tutiorem defendemus. Quamquam non ignoro sacram Scripturam de his rebus persæpe loqui, ut nobis videntur." Ac nescio an Copernicus aliter loqui potuisset, quam Josue, *quum soli ut motum sisteret imperavit.*

487 Porrò frequentissimè in Scripturis vulgarem loquendi modum usurpari, proprio ac litterali sensu relicto, docet sæpius Sanctus Augustinus lib. 1. quæst. in Gen. cap. 39. " More humano in Scripturis Deus ad homines loquitur: *et alibi in cap. 9. Gen.* sic loquitur

Scriptura ut homines vulgò loquuntur, et mente concipiunt. *Lib. 1. de Gen. ad litt. cap. 9.* Breviter dicendum est de figura cœli hoc scisse auctores nostros, quod veritas habet; sed Spiritus Dei, qui per ipsos loquebatur, noluisse ista docere homines nullius saluti profutura." Demum quod ferè ab omnibus citari solet Augustini textus lib. 1. contr. Fel. Man. cap. 10. "Non legitur in Evangelio Dominum dixisse: mitto vobis Paraclitum, qui vos doceat de cursu solis, et lunæ: christianos enim volebat facere, non mathematicos." Neque consensus PP. in sensu litterali textus citatos interpretantium in argumentum adduci debet pro ptolemaico systemate. "Sanctorum auctoritas, *inquit Melchior Canus*, sive paucorum, sive plurium, quum ad eas facultates affertur, quæ naturali lumine continentur, certa argumenta non suppeditat, sed tantum pollet, quantum ratio naturæ consentanea persuaserit, *lib. 7. cap. 3. De locis.*" Deinde in conclus. 4. sic statuit. "Omnium etiam sanctorum auctoritas in eo genere quæstionum, quas ad fidem diximus minimè pertinere, fidem certam non facit."

488 Demum quod Congregatio romana inhibuerit tum temporis tamquam thesim copernicanum dogma defendere, quum nullis ferè suffultum astronomiæ, ac physicæ argumentis apparuit; prudentissimum consilium fuit ad coercendam ingeniorum petulantiam, quæ sæpius homines devios agit, ac verbi divini contemptores. Verum hodierna luce cuique liberum permittere cum Copernico sentire, Lalandius

deducit ex nova editione catalogi librorum prohibitorum, in qua omittuntur libri ob defensionem copernicani systematis olim interdicti. Verum de his hactenus.

§. IV.

489 Paucis hic Lamberti systema, cui Baillyus in *Hist. Astron.* etiam calculum adjungit, annectere placuit, ne audax hoc hujus astronomi cogitatum nostræ juventuti ignotum sit. Lambertus cum copernicanis tellurem cum reliquis planetis circum solem torqueri, non asserens, sed velut extra controversiam positum, autumans; peculiare cœlum nobis depingit, quod quidem etiamsi phantasticum foret, ac inter docta somnia rejiciendum, ægrè tamen falsitatis convinceres. Ac primò quidem cometarum numerum, qui à nobis pauci admodum creduntur, adeò auget, ut ad decem milliones cometarum minimum in systemate solari circumagi, deducat ex postulatis, quæ initio veluti concessa præmittit. Nimirum universum à Deo creaturis omnis generis ita completum esse, ut nullum spatium ipsis vacuum inveniatur, quod saltem ad eorumdem motus destinatum non fuerit. Ex quo id demum deducit, orbitas cometarum diversis inclinationibus ordinando, ut motus suos nullo obstaculo interposito describant, ne invicem ocurrant se collidendo; in systemate solari, à Saturno ad solem ejus semidiametrum computando plusquam decem milliones orbitarum, in quibus cometæ rotantur,

inveniri. Quid si Uranum ab Herschelio detectum ad calculos vocasset?

490 Verum ex integro systemate solari novum planetam condit Lambertus. Nam solem omnibus suis satellitibus stipatum circum aliud centrum rotari existimat, quod centrum innumera alia systemata fixarum cum suis satellitibus sibi devinciat, circumque ipsum ad respondentes distantias, velut nostri planetæ et cometæ circa solem, vagantur; ex quo systemate aliud systematibus innumeris coalescens compingitur.

491 Neque ipsi objicias, nullum prorsus motum, aut situs disjunctionem invicem inter stellas, (quod eisdem fixarum, seu immobilium cognomen demeruit) aut inter has et solem observari. Hujusmodi enim dislocationem opus habere ait, non dierum, aut annorum, sed myriadum sæculorum, ut etiam in periodis cometarum animadvertitur; quorum orbita minor 75 annis absolvitur, majores quingentis, ac fortassè etiam millenis orbitæ terrestris revolutionibus æquantur. Quid ergo mirandum in hac vitæ nostræ brevitate, observationum defectu, ac remotissima stellarum collocatione, nihil etiamnum exploratum fuisse, quod theoriam ejusmodi revolutionum confirmaret?

492 Quod si portenta ista sunt, majora adhuc audies. Non satis Lamberto est solem de sede turbare, circumque aliud centrum cum innumeris fixarum systematibus jubere torqueri. Hoc ipsum ut ita dicam systematum systema cum suo centro in quiete remanere non per-

mittit, sed novum ex his planetam conflans, ad universale centrum remittit, cui tantum quietem concedere non gravatur; dummodo circum proprium gravitatis centrum agitetur. En universum à Lamberto creatum ordine inverso descriptum à nostro systemate ad universale centrum progrediendo: nunc à centro ad circumferentiam claritatis causa ipsum disponam.

493 Primum in centro universali illud ponit, quod *centrum centrorum* appellat, quodque immobile sit oportet, quippe centrum commune reliquorum statuit. Nihil tamen vetat, quod motu rotationis gaudeat, ut sol noster circum se ipsum torquetur. Centrum universale ambiunt reliqua complicatiora systemata systematum, circumque ipsum cum suis peculiaribus centris vertigine agitur. Dum hæc propè centrum universale geruntur, quodlibet ex his centris, centrum est aliorum systemàtum fixarum, quod ambiunt fixæ cum peculiaribus planetis et cometis, qui circum ipsas feruntur: ex quibus unum, et fortasse ex minoribus est nostrum systema solare.

494 Animadvertendum tamen, centra peculiaria aliorum systematum fixarum lucida à Lamberto statui; centrum verò universale prorsus opacum, ut planetæ sunt, esse debere contendit, eo quod à fixis ipsum ambientibus satis illuminetur. Conjectando tantum asserit, centrum universi in *Orionis* balteo ubi fulgor quidam deprehenditur, collocatum esse posse, quo in loco Derhamus cœlum empireum beatorum

sedem comperisse sibi visus est. Hæc quidem omnia ingeniosè dicuntur, probationibus etiam in speciem, si velis, adornantur; quæ si minus intellectum convincunt, fucum certè faciunt: verum re benè perpensa, conjecturis magis quam rationibus fulciuntur. Quamobrem in his scepticum agere, sanius consilium existimo, quin nec prorsus falsa, aut absurda pronunciemus, aut cæca quadam temeritate admittamus.

CAPUT QUARTUM.

De stellis fixis.

495 Quomodo stellas fixas à planetis discernere liceat, monuimus art. 447; à scintillatione nimirum, qua earum fulgor, ac radii luc
idi ab ipsis ejaculati, spectantium oculos continenti vibratione exagitant. Hujusce scintillationis causas plures adducunt physici: copiam videlicet lucis; motum aeris inæquabilem, unde oritur refractionis perpetua variatio; qua fit, ut radii singulis moventis in aliud retinæ punctum incidant, stellæque perceptionem, quasi saltitantis, ad diversa puncta referamus. Clarius idipsum cum Galilæo explicant alii, à minima diametro, quam fixæ oculo præsentant, ita ut telescopio spectatæ, instar puncti lucentis detegantur. Hinc atmosphæræ vapores ultro citroque cursantes, ac stellas inter et oculum celerrimè se interponentes, eas momento tegunt, et retegunt; ex quo tremor ille

seu scintillatio in oculo oriri debet. Id porrò confirmant, ex eo quod in horizonte, ubi vapores densiores sunt, scintillatio maxima notatur; altitudine crescente, atque adeo refractione imminuta, scintillatio pariter decrescat, ac minima in meridiano sit. Et quidem Garcinus in sinu Persico sub tropico Cancri, ubi cœlum sudum vaporibus exoneratum, ut in Peruviano regno tota ferè anni tempestate conspicitur, observationem Condaminii firmavit; qui in ejusmodi atmosphæra fermè nullam scintillationem animadverti, scriptum reliquit.

496 Verum si fixæ teloscopiis observatæ velut puncta lucida nulla magnitudine diametri conspicuæ apparent, earum à tellure distantia enormis sit oportet. Et quidem in hypothesi terræ motæ, quum per diametrum orbitæ terrestris sivè per 66 leucarum milliones ad eas accedamus, nulla in ipsis magnitudinis, aut parallaxis varietate notata, earum distantia, ultrà quam credi potest, magna censenda est. Flamstedius parallaxim 20 secundorum in Sirio se invenisse arbitratus est; ex qua, quum distantia solis à terra 34377 semidiam. terrest. æqualis censeatur; Sirius à nobis 35, 477, 064 recedet. Maskelinus, astronomus anglus, referente Boschovichio, collectis 18 observationibus Caillei ad Caput Bonæ Spei habitis R. Scientiarum Londinensi Societati 15 secundis parallaxim æqualem in Sirio proposuit anno 1760, unde Boschovichius distantiam Sirii à terra æqualem semidiametris orbitæ terrestris quantum videlicet à sole distamus, 27502 calculo dedu-

cit. Aliam viam sibi aperuit Hugenius, id pro lemmate sumens, distantiam cujusvis fixæ à tellure tantò majorem esse, quantò ejus apparens diameter est minor diametro solis apparente. Hinc ut Sirii distantiam erueret, tubum vacuum 12 ped. longum sumpsit, in cujus medietate foramen aptavit 12^{mæ} lineæ parti æqualem. Hoc tubo solem observavit, partem nimirum ejus diametri 182, seu quæ erat in lin. ad diametrum totam, ut 1: 182; invenit autem particulam solis per tubum conspectam Sirio fulgidiorem. Utque ad æqualitatem splendorem utriusque stellæ adduceret, globulum vitreum immisit ejusdem, ac foramen erat, magnitudinis; quo obtinuit, ut sol eo splendore, quo Sirius nocte fulget, viseretur. Inito deinde calculo, invenit illam solis particulam esse $\frac{1}{27664}$ diametri solaris apparentis, unde sol apparebit instar Sirii, si ejus diameter eousque contrahatur, ut $\frac{1}{27664}$ appareat ejus longitudo. Quod ut obtineatur ex regulis opticæ, toties ejus distantia à nobis augeri debet; ex quo eruitur, posita æquali utriusque magnitudine, ac distantia solis à terra 34, 477 semid. terrest. æquali; Sirium à nobis recedere 951, 005, 328. Ceterum ut vides, pluribus id innititur conjecturis, quemadmodum et methodus Flamstedii et Maskelini, quæ parallaxim aliquam in stellis assumit. Quid si nulla parallaxi Sirius nobis appareat? Quicumque tamen sit stellarum à nobis recessus, certum est, astronomos id prorsus latere, omnesque in definienda distantia non solum variare, verum nullo certo calculo

eam definire posse; atque stellas immensum ab Urano nedum à Saturno distare.

497 Hoc tantum ratum habere possumus, omniumque suffragio comprobatur, stellarum naturam solis nostri perfectè similem existere, atque ipsum in fixarum numero computandum esse. Quare omnes igneam naturam solis participare, propriaque luce fulgere, perspicuè deducitur. Nam quum lucis fulgor decrescat in reciproca duplicata ratione distantiæ corporis lucentis; prorsus invisibiles nobis forent, si mutuata luce splenderent. Videmus enim Saturnum intermortua luce fulgentem; Uranum nusquam nisi telescopio armati à fixis discernimus, quamquam eorum distantiæ millionesies sint fixarum recessu minores. Qui fixam aliquam ex eodem intervallo, quo nos solem, aspiceret, se solem nostro per omnia similem intueri crederet. Spectator etiam à sole nostro æquè remotus, ac nos ab aliqua fixa sumus, cum stellis procul dubio annumeraret: fixæ itaque omnes sunt soles, estque sol una ex fixis, ajebat Keill.

498 Adderem et plures ex illis multò majores sole nostro esse, si id aliqua conjectura probabili inniti posset. Verum nec Volterii in sua philosophia Newtoniana sententia, omnes ejusdem magnitudinis statuentis; nec aliorum, qui magnitudine varias asserunt, alia ratione innititur, quam conjectura. Neque enim ex eo quod stellæ aliæ aliis minores videantur, ulla deduci potest ratio, qua mole invicem se superare probentur. Hoc enim et à distantia qua

nos eas videmus provenire posse indubium est, et à minore etiam mole, quam in reliquis naturæ productionibus prorsus variare conspicimus. Quod ad nos attinet, ut diversas magnitudines apparentes discerneremus in septem aut octo etiam classes distribui solent, quas titulo *primæ, secundæ, tertiæ, etc. magnitudinis* insigniunt astronomi. Primæ quidem magnitudinis paucæ admodum annotantur, ut Sirius, Rigel in Orione, Cor Leonis, Spica Virginis, Aldebaran etc.: ultimam classem complent omnes illæ, quæ non nisi telescopio conspiciuntur.

499 Ex quo id luculenter descendit, stellarum numerum non solum latere, verum imaginationis nostræ vim longè etiam superare. Hypparcus mortalium primus catalogum contexuit earum, quæ nudis oculis adspectabiles sunt, ac 1023 numeravit. Quatuor huic numero addidit Ptolemæus. Ad nostra ferè tempora nulla ferè accessio facta fuerat, donec Keplerus observationibus Tychonis proprias adjungens, ad 1162 numerum auxit. Ricciolus 1468 notavit. Bajerus ad 1725, quibus Hallejus alias 373 adjunxit. Flamstedius ex tribus fixarum millibus composuit catalogum. Verum post Caillei observationes ad Caput Bonæ Spei maximè numerus earumdem excrevit, ita ut 2000 australes ejus descriptio comprehendat, ac ad decem millia excurrisset, nisi immaturo fato præventus opus inchoatum reliquisset. Ut commodius discernantur stellæ visibiles, eas in *Constellationes*, sive *Asterismos* dividunt astronomi, quas in boreales et australes distinguunt.

Mos hic antiquissimus censeri debet, quippe in lib. Job. *Arcturi*, *Orionis*, *Plejadum* mentionem fieri videmus. Præter duodecim signa zodiaci jam recensita, constellationes boreales sunt Ursa minor, in cujus cauda stella polaris sita est, Ursa major, Draco, Cephæus, Bootes, Corona septentrionalis, Hercules, Sagitta, Cygnus, Cassiopea, Perseus, Andromeda, Triangulum, Auriga, Pegasus, Equus minor, Delphin, Sagitta, Aquila, Ophiucus, Serpens, Coma Berenicis et Antinous, *duæ postremæ adulatione adjunctæ*. Australes numerantur, Cetus, Eridanus, Lepus, Orion, Canis major, Canis minor, Argo navis, Hidra, Crater, Corvus, Centaurus, Lepus, Ara, Corona Australis, Piscis Australis, Phænix, Grus, Pavo, Indus, Apus, Triangulum Australe, Musca, Camaleon, Piscis volans, Anser Americanus, Hydrus, Dorada. Quindecim primo loco recensitis à Ptolemæo descriptis, reliquas adjunxit Bayerus. Verum plures aliæ accessiones factæ sunt à Royero, Hevelio, ac novissimè à Cailleo.

500 Reliquæ fixæ in constellationibus non comprehensæ informes nuncupantur. *Gallaxia* sive *via lactea* inter informes recenseri debet, si fides observatoribus adjicienda est; qui quamquam illam conglobationem stellarum esse ajunt, ob exilitatem tamen, ac minimam inter ipsas distantiam, quam observant, velut albicans nobis ac pellucidum velum apparet. Si hoc verum est, quod jam à Democrito prædictum asserit Plutarchus, cujus sententiam innuere videtur Manilius. *Ast.* l. 1, v. 753.

An ne magis densa stellarum turba Corona
Contexit flammas, et crasso lumine candet;
Et fulgore nitet collato clarior orbis?

Ex quo telescopium, si diis placet, veteribus non ignotum suspicatur Dutensius; at plures milliones stellarum inibi contineri, nemo non videt. Herschelius quidem in tractu 15 grad. longo, lato 2 in eadem via lactea 50000 stellas numeravit. Stellas etiam, quas nebulosas appellant, conglomerationes esse plurium stellarum, telescopium detexit. Porrò nebulosæ dicuntur, eo quod velut Gallaxia ad instar tenuis nebulæ appareant. Idem tamen Herschelius novissimè asseruit, aliquas nebulosas non esse congeries fixarum, sed tractus luminosos in spatio cœlesti; quin hujusmodi illustratio peculiari alicui corpori tribui possit, ex his quæ in cœlo conspiciuntur. Verum extra Gallaxiam et nebulosas etiam plurimæ oculis nudis imperviæ telescopio dispiciuntur stellæ. In Plejadibus 78 detexit Hookius; 80 in ense Orionis Galileus; ac ne longius abeam Herschelius, qui optimis utitur telescopiis, ad plures milliones spatio unius horæ per meridianum transeuntes se vidisse testatur. Quanto plures dispicerentur, si telescopiis perspicacioribus uti liceret, aut in Jove, Saturno, vel Urano collocaremur?

501 Ceterum nescio, an si remotiores à loco, quem in systemate solari occupamus, versaremur, omnes fixæ, quas hic contemplamur, nobis apparerent: certum quippe est, etiam à nostro globo plures ex fixis quæ antea vise-

bantur, disparuisse. Jam ab Ovidii temporibus una ex Plejadibus evanuerat, *quæ septem dici sex tamen esse solent*. Montanerus anno 1670 Soc. Reg. Scient. Lond. asseruit, duas secundæ magnitudinis stellas ex constellatione Argonautarum disparuisse, quæ ad 1664 adhuc in antenna, et puppi visebantur. Plures aliæ et apparere de novo, ac deinde evanescere observatum est. Ac primo Hypparcus 125 ante Christum Dominum annos novam stellam apparuisse observans, earum catalogum contexens, ad similia phænomena ritè discernenda, si quando denuo viserentur, posteritati reliquit. Tycho anno 1572 novam etiam stellam in Cassiopea comparuisse notabit, quæ magnitudine Sirium valdè superabat, ac Veneri perigeæ comparare non dubitavit: per 16 menses eodem cœli puncto continenter visebatur, donec sensim declinando disparuit. Verum Leovicius meminit, referente Chambersio, cujusdam stellæ anno 905 et 1264, quæ in eadem Cassiopea conspiciendam se præbuit; quas omnes unam esse diversis temporibus apparentem, auctor est Keillius; qui et post 130 annos iterum comparituram prædixit. Simon Marius anno 1612 et 13 in Andromedæ zona aliud sidus fulgere notavit; quod Boillaldus 15 sæculo etiam visum fuisse, autumavit. Alias item Keplerus animadvertit de novo advenisse in Serpentario alteram, alteram in Cygno; quam à 1601 usque ad 1626, in quo evanuit, conspexit. Eamdem tamen Hevelius à 1659 ad 1661, ac denuo 1666 et 1671 tamquam secundæ magnitu-

dinis stellam se observasse testatur. Ceterum ex his phænomenis in fixis notatis, quæ per vices apparent, et evanescunt, ac propterea stellæ *mutabiles* dicuntur; illud insignius, quod in fixa, quæ ad collum *Ceti* jacet, animadvertitur. Hæc intra 11 ferè menses suam conficit periodum; ita ut intra hoc tempus octo circiter menses evanescat, reliquum tempus eluceat, varia tamen magnitudine. Neque in singulis periodis eumdem magnitudinis statum servat, sed identidem secundæ magnitudinis stellas exæquat, quandoque etiam superat, nonnumquam tamen vix tertiæ assequitur magnitudinis.

502 Plures conjecturæ citius quam causæ hujus phænomeni afferri solent à physicis. Ac primo quidem à maculis, velut in nostro sole videmus alternis apparere, et evanescere, id derivant nonnulli, existimantes à vaporibus aut fuliginibus occultari, quæ postquam evanuere, denuo nostro conspectui redduntur. Si hæc ita se habent, mirum non est, aliquas apparere atque occultari, crescente vaporum copia, quæ ipsas velut crusta obducat, quibus denuo rarefactis, continuo ad pristinum statum restituantur. Sane quod post mortem Julii Cæsaris observatum fuit in sole, per aliquod tempus nimium impalluisse, ac de splendore et calore remisisse; vel à vaporibus atmospheræ præter modum addensatis, vel à maculis magno numero per ejus superficiem dispersis repetunt plerique. Alio confugit Newtonus, suspicatus hujusmodi stellas soles esse medios, qui vide-

licet partim lucidi sunt, partim opaci, ac motu vertiginis, ut in nostro sole detectus est, circum axem rotentur. Qua in hypothesi haud difficile est concipere, easdem, dum hemisphærium illuminatum nobis repræsentant, conspiciendas se præbere; evanescere autem, quum ex altera parte opacum nobis objiciunt. Maupertuisius à figura lentis dioptricæ simili, quam stellæ aliquot celerrimo motu vertiginis acquirunt, provenire alternas has occultationes et apparitiones, existimat. Dum scilicet terræ cuspidem illam lenticularem obvertunt, sunt instar lineæ remotissimæ respectu oculi, cujus debent proinde perspicacitatem effugere: reliquo autem disco ad terram obverso, ob lucis copiam iterum conspicua stella nobis exhibebitur.

503 Plures motus in fixis animadvertuntur; veri ne, an apparentes? ex hypothesi, quam amplectaris, definies. Primus est motus diurnus omnibus satis conspicuus: alter *præcessionis æquinoctiorum* jam explicatus art. 472: tertius *aberrationis* de quo art. 453, et 474 in antecessum egimus; quartus est *nutationis*, quo oscillationes quasdam perficiunt stellæ, quibus polus eclipticæ tantisper accedat, ac iterum recedat à polo æquatoris, veluti oscillationem parvam seu *itum*, ac *reditum* perficiens, quem ab axis terrestris nutatione desumunt, ac periodo 19 annorum absolvitur integra oscillatio. Ex hac consensione cum motu lunari, cujus nodi intersectiones 19 annis ad pristinum locum redeunt, Newtoniani deduxerunt ab at-

tractione lunæ in æquatorem terrestrem hujusmodi nutationem provenire: hocque validum esse inter alia pro attractione argumentum, confidenter pronunciant. Rem ut Newtonianis moris est, sublimibus calculis adornant, quos provectioribus physicis discutiendos remittimus, dum nos ad alia jucundiora divertimus.

APPENDIX.

DE SYSTEMATE FIXARUM,

SIVE PLURALITATE MUNDORUM.

504 Cogitanti cuilibet postquam numerum penè infinitum siderum à nostris oculis subtrahi, certo cognoverit; statim occurrit interna quædam interrogatio, ne dicam dubium: cui bono tot soles in universo ardent, si neque nos interdiu calore fovent, neque noctu illustrant splendore, velut reliqua astra pulchrum noctis spectaculum terræ incolis exhibentia? Si plures ex antiquis philosophis consulas, Pythagoreos præsertim, Anaxagoram, Democritum, Xenophanem, Metrodorum, testibus Plutarcho et Tullio, innumeros audies globos præter nostrum habitari, in quibus aliæ creaturæ collocatæ vivant, oriantur, intereant; easdemque vices suo modo subeant, quæ earumdem naturæ conformes sint. Cardinalis Cusanus Pythagoreorum systema è ruinis, quibus sepultus jacebat, eruens, antiquum etiam de planeticolis opinamentum excitavit; cumque eo postea copernicani ad unum omnes fixas tot esse soles planetis stipatos existimant, in quibus, quemadmodum in systemate nostro planetario, innumeræ creaturæ "enarrant gloriam Dei, et opera manuum ejus annuntiat firmamentum:

astra videlicet matutina Deum laudantia, in quibus jubilant omnes filii Dei."

505 "Portenta videantur! sed tamen neque illi qui dicunt, jurare possunt ita se rem habere, neque ego. Verum ista *cum Tullio* non aspernor: neque quum audio, desipere eos arbitror, qui ista pronunciant. An quidquam tam puerile dici potest, quam si ea genera belluarum, quæ in rubro mari Indiave gignantur, nulla esse dicamus? Atqui ne curiosissimi quidem homines exquirendo audire tam multa possunt, quam sunt multa, quæ terra, mari, paludibus, fluminibus existunt. Quæ negemus esse quia numquam vidimus" Et quidem si europeis mundum novum, antiquo ferè parem, oppidis, urbibus, imperiis, barbaris etiam gentibus, aliis alio more viventibus, ante Columbum quis existere affirmasset; desipere eum incunctanter plerique decrevissent: ut esse è regione nobis à contraria parte terræ, qui adversis vestigiis stent contra nostra vestigia, tum temporis velut somnium traducebatur. Tollamus ergo omnia, quæ aut historia nobis, aut ratio nova afert. Ita sit, ut mediterranei mare esse non credant. Quæ sunt tantæ animi angustiæ, ut si Seriphi natus esses, nec unquam egressus ex insula, in qua lepusculos, et vulpeculas sæpè vidisses, non crederes leones, et pantheras esse, quum tibi quales essent diceretur: si verò de elephante quis diceret, etiam rideri te putares.

506 His rationibus adductus, cum Orlando, Juvenensi Episcopo (in notis ad Musch.

phys. tom. 2) inverisimile non judico, stellas fixas totidem esse soles nostro similes et immensis intervallis ab invicem dissitos. "Quamobrem Divinæ sapientiæ minimè congruum videretur; si innumera lucentia corpora solitariè condita, nullaque juxta posita fuissent corpora, quæ horum luce et calore foverentur; nihil enim frustra et inutiliter à Deo creatum affirmari potest. Verisimile idcirco videtur singulas stellas instar nostri solis, suo quoque planetarum comitatu cingi, totidemque systemata dari solari nostro similia, quot sunt in cœlo fixæ, quarum quævis idem in suo systemate munus obeat, quod in solari nostro sol. Hac certè ratione quam admirabilis, et magnifica hinc nobis datur amplitudinis mundanæ idea! fitque mundus altissimum Divinæ sapientiæ, omnipotentiæ, bonitatis, et gloriæ infinitæ theatrum; præsertim si spectaverimus singulos planetas telluris instar, viventium et rationabilium creaturarum, quod valde est verisimile, sedem esse et habitaculum."

De planetis sanè nostrum solare systema componentibus, id vix dubitari posse videtur, si telluris nostræ, et ceterorum planetarum similitudinem, et analogiam animo revolvamus. In naturalium quippè rerum inquisitione plurimi jure faciunt philosophi id argumentum, quod ex analogiis et similitudinibus deducitur. Et quidem si dissecti canis viscera, cor, pulmones, ceterasque partes inspiciamus, vix dubitabimus consimilem partium structuram, et varietatem in bove, porco, ceterisque brutis

inesse. Simili ratione ex tellure planetarum uno, quem coram aspicimus, de reliquis, quos numquam vidimus, conjecturam facimus: non enim major inter ea animalia bruta intercedit similitudo, quam nostram tellurem inter, et cetera planetarum corpora; sive inter se mutuò, sive relatè ad solem systematis centrum spectentur. Quod verò ad planetas attinet reliquarum fixarum systemata componentes, ex eorumdem systematum cum nostro hoc solari analogia, eamdem quoque illorum ad nostrorum planetarum rationem esse dubitare vix possumus: nec quidem alteri usui tam innumera et ingentia systemata condita esse intelligimus, præter eum, ut viventium, et rationalium creaturarum sedes innumeræ constituerentur: ex quo Dei O. M. sapientia, bonitas, omnipotentia, ceteraque attributa majorem nanciscuntur lucem et gloriam. Ceterum planetarum incolas jam agnovere veteres, et Metrodorus apud Plutarchum affirmat, haud minus absurdum esse infinito spatio mundum unicum collocare; quam in amplissimo campo unicam solummodo spicam nasci, affirmare. Eamdem sententiam propugnat cardinalis Cusanus, vir gravis, et doctus, quam deinde Neoterici ferè omnes adoptarunt, et in primis R. P. Castellus è Soc. Jesu." Verba sunt Orlandi.

507 Verum ab his Neotericis dissentit Altierus è franciscanorum familia, quos conventuales vocant, suffragante novissimo Luddenna. Ex quibus primus sic proponit. "Planeticolarum existentia, neque à catholico viro, neque

à cordato philosopho videtur admittenda. Papæ! Probatur prima pars propositionis: vel planeticolæ sunt homines rationis compotes, vel sunt viventia aliqua ignotæ speciei: secundum perridiculum est: quicumque enim divinum Genesis librum legerit, evidentissimè hominem solum esse illud opus præstantissimum, in cujus commodum Deus cœlum, terram, et astra creavit, sciet: cuinam autem utilitati forent hominibus viventia ratione destituta in planetis degentia, si ibi nulli viverent homines, nulla habitarent animantia ratione prædita? Necesse est igitur planeticolæ sint homines ejusdem speciei cum terricolis, licet diversæ proceritatis, Volfio visum fuit. At si homines planetas incolunt, vel ex Adamo in terra progeniti ad astra volarunt, vel in astris ab alio protoparente descendentes geniti sunt: primum manifestam fabulam sapit, nec confutari meretur: alterum verò clarissimis opponitur Sacræ Scripturæ oraculis, in quibus legimus primi hominis creationem, undè humanum genus originem duxit. Deinde hi planeticolæ ab Adamo minimè progeniti, in eodem minimè peccassent: ergo neque à Christo fuissent vivificati, qui idcircò pro omnibus mortem non opetiisset, contrà ac D. Script. duce clamant theologi universi. Tandem sol, luna, et omnia astra cœli creata fuisse in ministerium cunctis gentibus, quæ sub cœlo sunt, scribit Moyses. Qui ergo censent ea condita fuisse velut aliorum hominum sedes, Scripturis sacris opponuntur." Elem. phys. par. 1, artic. 365.

508 Paucis collegit laudatus Auctor omnia quæ contrà planeticolarum existentiam à Ludenna aliisque referuntur; ob idque illius verba transcripsi. Allegrium tamen miror Tom. 3. Theol. lib. 5, prop. 5. hujusmodi opinionem veluti delirium philosophorum traducentem, quum mihi quondam secum de hoc argumento confabulanti Bononiæ, ut sæpè solebam, hominis doctrina, ac ejus in me benevolentia allectus, non solum multis planeticolarum existentiam propugnaverit, verum hac etiam similitudine usum fuisse recordor: "dum mundum solos nos incolere credimus, perinde facimus, ac si formica, quæ per hoc palatium repit (contrà nos erat palatium rurale cujusdam nobilis Bononiensis), cum aliis formicis Æsopi more locuta, palatium sibi solis fabricatum esse gloriaretur." Verum ad Altierum redeo, ac ut rem brevi expediam, brevissimam Paræ responsionem exscribo. "Cum sacris litteris profectò sentit, qui rerum universitatem credat ad terræ pulchritudinem, et ad hominis bonum conferre: at qui rerum universitatem ad hominem unicè et ad tellurem referri velit, hic Dei sapientiam, et potentiam circumscribit, et s. litteras perperam interpretatur." Et alibi: "Frustrà philosophicæ huic conjecturæ religio objicietur; nihil de his incolis, neque contra ipsos religio docet. Si cometæ et planetæ incolas habent *entia intelligentia*, aliqua ratione nobis similia; Deus providus, sapiens, et semper sibi concors rerum ordinem illis decrevit ad suum finem consequendum opportunum, sive nostro simi-

lem, sive diversum (*intellige secundarium*). Quod ad Messiam omnis gratiæ et meriti fontem spectat, vel illi incolæ non indiguerunt; vel ea ratione, qua divinæ sapientiæ placuit, ejus merita illis quoque applicata fuerunt." Phys. tom. 4, artic. 1161 et 1207.

509 Fatendum tamen nimis pressè quosdam auctores terricolarum vestigia legere, omniaque nostra adamussim planeticolis applicare; perindè quasi homines forent statura tantum, ac temperie corporis nobis dissimiles. Hugenius certè hæc minutatim persequitur, ut si inter *antediluvianos* et nos comparationem institueret: ac Volfius statura saturnicolas satis procera esse arbitratur, quasi de *Patagonibus* sermo haberetur. Ego quidem sic existimo, longè aliam rerum seriem, aliumve tenorem esse in planeticolis, quem nos nec divinando assequi possumus. Quid? nonne in parvo nostro domicilio innumera quotidiè arcana naturæ, quæ nec somniantibus quidem nobis ocurrerent, revelantur? quis unquam cogitando assequi potuit, polypos quosdam per sui corpusculi divisionem propagari? aut esse viventia, quæ vaginæ pulposæ aut sacci instar apparent, omni penè motu spontaneo destituta? Lumbricos sectione corporis in frusta non perire, sed multiplicari, comperit Reaumurius; quod etiam de polypis posteà innotuit: ac innumera alia Bonettus et Spalanzanus invenerunt, et quotidiè plurima naturæ indagatoribus occurrunt; portento magis quam vero similia. I nunc, et divinam fœcunditatem globulo nostro conclude.

510 His adde plurima ex illis, quæ captum nostrum prorsùs superant, ac veluti absurda tenui nostro concipiendi modo videntur, ab hac mansionum diversitate posse pendere. Brutorum animæ, magnum naturæ secretum, quas corpore pereunte nusquam collocare potuerunt, qui eas immateriales, aut etiam spirituales existimant, amplum quidem spatium, ubi post corporis resolutionem vagentur, invenient. Ad alia singillatim descenderem, nisi tum me tenerent temporis angustiæ ac proposita brevitas, tum vererer, ne quædam delicatiora œconomiæ mundanæ puncta quosdam offendant, quos etiam hactenus dicta graviter laturos, non levi fundamento pertimesco. Verum quisque philosophando conjecturas suas extendere potest ad plura, quæ etiamsi minimè affirmare tamquam certa possimus, à similitudine veri non prorsus abhorrent. Quæ tamen omnia ita dicta sint sine præjudicio auctoritatis Ecclesiæ, cujus censuræ et hactenus disputata, et reliqua in toto opere contenta, libentissimè subjicimus.

CAPUT QUINTUM.

DE SOLE.

§. I.

De Solis natura, ac phœnomenis.

511 Nulli dubium est solem corpus esse lucidum atque igneum, cujus luce illustremur;

et calore foveamur. Effectus certè ignis terrestris producere solem experimur; quod satis est, ut ipsi igneam naturam tribuamus. Nam et diurnus ejus fulgor omnium oculos claritate perfundit, qui vitio aliquo non laborent, et radii speculo convexo ad modum lentis collecti, potentissimum ignem, et combustionem excitant; qualem ignis vulgaris parere non potest, ita ut aurum in cineres brevi tempori redigat: quod nescio an ope fornacis validissimo etiam igne flagrantis obtineri unquam possit. Hæc autem effecta esse, qualia beneficio ignis obtinemus, nemo inficiabitur.

512 Solem longè viciniorem nobis esse quam fixas, ex ejus parallaxi deducitur; quæ tamen quum minima sit, ingentem simul esse ejus recessum planè demonstrat. Anteà ex methodo parallaxes inveniendi, inquit Lalandius, fermè 10″ solaris parallaxis æstimabatur: nunc verò post transitum Veneris per discum solarem anno 1769 deductum est, 8 secundis cum dimidio tantummodo æqualem esse: unde ipsius à terra distantia 400.es major est quam lunæ distantia, quoniam lunæ parallaxis 400 alteram solis excedit. Celebris tamen Maximilianus Hell è Societate Jesu, astronomus cæsareus, Taitensibus observationibus cum suis collatis, ejusdem transitus Veneris 1769, parallaxim solarem 8″ $\frac{7}{10}$ accedere auctor est; cum quo ferè consonat Lexell, petropolitanus astronomus Helli coævus, adeòque hujus parallaxis major est illa à Landio assignata duobus decimis unius minuti secundi.

513 Ex parallaxi helliana eruit Horvath diametrum telluris ad solis diametrum esse ut 1: 110. Si enim tellus ad eam distantiam removeretur, quanta est media solis à nobis distantia, diameter telluris spectatori appareret sub angulo duplo majore, ac sit horizontalis solis mediocriter à nobis distantis parallaxis; quæ quum sit = 8″ 7; diameter telluris appareret sub angulo 17″, 4: diameter autem solis mediocriter à nobis distantis apparet sub angulo 32, 1″, sive 1921″. Quum ergo veræ diametri duorum globorum cœlestium ab oculis spectatoris æquidistantium sint in ratione diametrorum apparentium; vera telluris diameter est ad diametrum veram solis, ut 17″ 4: 1921″; seu utrumque hunc numerum per 10 multiplicando, ut 174: 19210; prior autem numerus 174 in 19210 continetur 110 vicibus, parva fractione neglecta.

514 Ex quo id etiam eruitur, volumen telluris ad volumen solis esse, ut cubus numerorum 174: 19210; quum sphæræ soliditates se habeant in ratione triplicata diametrorum, seu radiorum (Math. 439). Quare quum luna à tellure fermè 60 semidiam. terrest. distet, solis magnitudo, sive diameter ferè duplo major est distantia telluris à luna. Hæc enim distantia lunaris à terra in quantitate media 30 diam. terrestribus æqualis est: sol autem diametrum telluris 110 continet: est igitur ferè duplo major distantia telluris à luna.

515 Ad annum usque 1611 ignotum fuerat maculas in sole reperiri. Scheinerus è So-

ciet. Jesu, et Galilæus in solem telescopia intendens per id tempus, quo recens erat inventio hujusmodi instrumenti, novum phœnomenon admirati, postea de gloria inventionis contenderunt, quasi fieri non posset, ut duo simul idem objectum contueantur, si in ipsum oculos intendant; idemque phœnomenon Joannes Fabritius eodem anno 1611 non observasset, inscius tam Scheineri, quam Galilæani inventi. Ceterum plura notatu digna in maculis solaribus observantur 1. Non semper in disco solari hujusmodi maculæ despiciuntur. Nuper clarissimo cœlo telescopio acromatico Dollondiano solem observavi, quin ullam in ipso nigricantem particulam detexerim; aliquando tamen unam, duas, plures simul conspicio: quin tamen, quod Bondanus asserit, unquam observaverim maculam tantæ magnitudinis, quæ quintam solaris disci partem obnubilaverit. 2. Varia prorsus est earumdem apparitio: quædam repentè oriuntur, aut evanescunt; non infrequenter per gradus crescunt, aut minuuntur: plures in unam coeunt, aut una in plures abit. 3. In his quæ diutius perdurant, motus vertiginis observatur, ita ut per dies $13\frac{1}{2}$ appareant à limbo orientali ad occidentalem descendendo, postea è conspectu se subtrahunt $13\frac{1}{2}$, iterum eodem quo primum observatæ sunt loco, comparituræ: quæ tamen diutius hactenus perdurarunt paucos supra 70 dies, se visibiles exhibuerunt, ut fuit illa à Cassino memorata, quæ sub finem 1676, ac initium 1677 comparuit. Hinc deductus motus vertiginis in sole supra suum axem tempo-

re 25 dierum cum dimidio. Nam quantumvis integra macularum revolutio diutius perduret, inito calculo astronomi deducunt, motum 27 dierum componi ex motu vertiginis solaris, et ex apparente annuæ circa eclipticam revolutione. Verum quandoque observatum est macularum revolutionem ita absolvi, ut 12 diebus appareant, 15 lateant; quod oriri potest vel à positione circuli in tropicis, ut ita dicam, solaribus, quem maculæ decurrant, cujus positio respectu terræ minorem arcum describat; vel à difficultate eas observandi dum aciem, si ita loqui fas est, præsentant spectatori, quum ad disci solis partem latentem transeunt, et ad nos redeunt. 4. Nullam in ipsis parallaxim deprehendunt astronomi etiamsi disjunctissimis locis observationes instituantur, semperque ad eamdem disci solaris partem respondere videntur; quod signum est, eas non longè ab ejus superficie recedere. 5. Quandoque eximiæ magnitudinis et obscuritatis nonnullæ observantur, ut fuit illa à Landio visa anno 1763, quæ per minutum in disco solari protendebatur; unde laudatus auctor, eam ter latitudinem telluris superasse concludit. 6. Sub finem mensis Maji et Junii maculæ lineas rectas describunt à septemtrione ad meridiem in ecliptica inclinatas: sub finem Novembris, ac initium Decembris hujusmodi lineæ sensu contrario à meridie in septemtrionem feruntur; hieme ac vere lineam curvam describunt, cujus cavitas meridiem respicit, convexitas boream; dum à Junio ad finem Novembris hæc convexitas ad meridiem con-

vertitur, cavitas versus septemtrionem, quod ellipsim quamdam repræsentat. Novum ne hoc esset præjudicium contra terræ immobilitatem? Equidem si corpus solis globosum est, ejusque æquator ad æquatorem terræ seu eclipticæ angulo 7 grad. cum dimidio inclinatur, fieri non potest, quin in hypotesi telluris motæ dum hæc per puncta intersectionum planorum æquatoris solaris et terrestris transit, oculus spectatoris, qui in eodem plano versatur, maculas, quæ circulos æquatori parallelos describunt, linea recta ex opticæ legibus progredientes non videat. Quod si ad partem borealem oculus transeat, maculas è regione opposita curvas describere observavit, quarum interior curvedo boream respiciat, exterior meridiem, et contra directione opposita facta.

516 Demum ex ipsis maculis quædam puncta lucentia erumpunt veluti *faculæ*, quod nomen huic phænomeno inditum est. A rimulis macularum, velut sol inter nubes irradians sæpè dispicitur, provenire hujusmodi faculas, inter physicos et astronomos ferè convenit. Nam maculas nubes solares esse à fuliginibus ab igne concretis, plerique censent: etiamsi partes quasdam, seu montes à globi solaris igne destitutos Landius suspicetur, qui ob fluxum et refluxum igneæ materiæ supra solis superficiem innatantis, quandoque appareant nativa obscuritate notabiles; è quibus partes aliquæ veluti vulcanicæ eruptiones incendium concipientes erumpant, quod facularum phænomenon efficiat. Hireus moles quasdam immensæ mag-

nitudinis intra fluidum igneum contineri existimat, quæ aliquando caput extollentes ac extincta per aliquod tempus appareant, deinde à torrentibus igneis absorptæ dispareant. Quod magis arriserit, tene; neque enim opiniones expositæ fundamento carent, quo innitantur, aut juxta physicas leges dilucidentur: ut illa fuit quorumdam olim existimantium, maculas planetas esse aut cometas, ut Venus et Mercurius identidem per discum solarem transeuntes, quæ conjectura ab hactenus expositis macularum phænomenis prorsus evertitur.

517 Ceterum si maculæ aut nubes in superficie solari conspiciuntur, sol atmosphæra circumcingatur oportet; maximè si cum Wolffio nubes has fuliginosas ad quamdam à superficie solis distantiam collocare libuerit, argumento ab inæqualitate periodi 12 dierum nobis eas exhibentis, 15 occultantis, desumpto. Quod tamen si abesset, *lumen zodiacale* satis ostendit solaris atmosphæreæ existentiam: porrò lumen zodiacale à Cassino seniore detectum, magnaque diligentia à Mairano examinatum, est lux quædam albicans ad instar candoris *viæ lacteæ*, quæ à corpore solari in formam rhombi, seu pyramidis hinc illinc distenditur, semperque solem comitatur. Ante ortum et post occasum solis tantum observabile est lumen zodiacale, diurno tempore à radiis vehementioribus lucis absorptum remanet: nam adeò tenuis est ejus materia, ut stellæ post ipsam collocatæ clarè suscipiantur.

518 A motu vertiginis globi solaris proficis-

citur, quod figura hujus lucis in modum coni conformetur. Etenim si sol centrum systematis immobilis occuparet, ejus atmosphæra circum ipsum cingeret ad ejus figuram conformata, nobisque circularis appareret. Verum motus solis circa axem efficit, ut ad polos compressa, ad æquatorem protuberans fluida materia disponatur, ex quo formam sphæroidis sive lentis cujusdam debet induere. Quod si in axe solari collocaremur, figuram circularem nobis exhiberet; nunc verò dum ipsius latus aspicimus ob axis ad eclipticam inclinationem pyramidem conicam, aut rhombum videre nobis videmur.

519 Phænomenon tamen magna varietate observari, notavit Lambertus: quoniam extensio luminis quandoque ad 50, vel 60 gradus nonnumquam 100 etiam gradus excedat, intraque ipsam atmosphæram solarem tellus immergatur. Illæ anni tempestates aptiores sunt ad lumen zodiacale prodendum, in quibus oriente aut occidente sole ecliptica parum ab eo abest, ut sit ad habitatoris horizontem perpendicularis. Hinc qui in zonis temperatis degunt, commodius hoc lumen observare possunt vere et autumno: vere quidem post solis occassum, autumno ante ortum, qui verò zonam torridam incolunt, spectare phænomenon quotidiè possunt.

§. II.

De temporis divisione, et chronologiæ principiis.

520 Quoniam à solis motu vero aut apparente temporis divisionem sumimus terricolæ; præcipuas ejus notas, non solum astronomicis et physicis, verum homini etiam ratione utenti dignoscere incumbit. Omnibus notum est, tempus in sæcula, annos, menses, hebdomadas, dies, horas, minuta partiri. Porrò dies vel *naturalis* est vel *artificialis*: hic à præsentia solis supra horizontem nuncupatur, sicut nox ab ejusdem absentia: quod dies ac noctes valdè inæquales efficit his, qui extra zonam torridam degunt. Dies naturalis est spatium, quod centrum solis per meridianum transiens impendit, ut iterum ad eumdem revertatur. Hic dies longior est, quam integra revolutio cœli stellati: eo quod sol quotidie versus orientem arcum percurrat 59 min. 8 secun. 20 tert.; unde perspicuum est plus temporis impendi à sole, quam à stellis ad integram revolutionem perficiendam. Integra enim conversio sive firmamenti, ut ptolemaici, sive terræ supra axem suum, ut copernicani sentiunt; 23 hor. 56 minut. 4 sec. completur. Die sin *medium*, in *astronomicum* seu *verum* et *civilem* dividitur. Dies medius semper est ejusdem mensuræ; astronomicus non item, variante horarum longitudine prout motus solis remissior aut incitatior in dies

procedit. Nam sunt etiam horæ astronomicæ *veræ*, quæ à tempore, quo sol 15 gradus in æquatore, aut parallelis percurrit, sumuntur. Hinc inventio *temporis veri* et *temporis medii* ab astronomis usurpata ortum duxit. Tempus et *horæ mediæ* semper æquabiliter fluunt; constantque partibus ejusdem mensuræ; contra atque in tempore vero accidit, cujus partes valdè inæquales sunt, eo quod motus solis valdè inæqualis sit in orbita elliptica, nunc incitatius, nunc lentius procedens, juxta majorem aut minorem à foco distantiam. His adde obliquitatem eclipticæ, quæ incolis zonæ temperatæ aut frigidæ æquales portiones arcus non præsentat; sed juxta majorem aut minorem inclinationem, majores aut minores videntur. Unde tempus verum et medium quater tantum in anno concurrunt, nimirum 14 Aprilis, 15 Junii, 30 Augusti et Decembris; quibus in diebus horologia pendulo instructa, adamussim suas oscillationes perficientia cum cœlo stellato his diebus cohærebunt; ceteris aberrabunt, ut Bononiæ in templo divi Petronii, ubi celebris Cassini *meridiana linea descripta est*, visuntur duo horologia simul connexa, astronomicas horas dextrum, italas sinistrum indicantia; in quibus tertius gnomon differentiam inter tempus verum et medium indigitat. Quæ quidem differentia inter tempus verum et medium *æquatio temporis* ab astronomis audit. Dies *civilis* à methodo horas numerandi desumitur.

521 Quod si non solum præsentiæ solis in horizonte, verum crepusculis etiam nomen *diei*

artificialis aptare libuerit; tum hic longè productior erit naturali. Porrò crepusculum matutinum *aurora* vocatur; vespertinum nullo alio insignitum est nomine. A refractione lucis solaris in atmosphæra terrestri hoc phænomenon provenit; incipitque, aut desinit, quum sol 18 grad. à terra remotus est sub horizonte. Quum vero his, qui sub æquatore degunt, sol semper quasi perpendicularis immineat, atque adeo rectà ascendat, aut descendat; crepusculi inibi loc. duratio, æqualis est semper, ac 72 minutis, sive hora una, ac 12 minut. absolvitur: illis verò qui extra æquatorem jacent, pro obliquitate majore crepuscula crescunt, aut minuuntur; ita ut hieme breviora, æstate longiora cernantur, ac in latitudine 50 grad. crepusculum cum aurora jungatur.

522 Septem diebus periodus hebdomadæ absolvitur, quos à planetis appellare romani consueverunt; dies nimirum solis, quæ nobis *dominica*, dies Lunæ, Martis, Mercurii, Jovis, Veneris, Saturni, quod sabbatum dicimus. Verum in ritu ecclesiastico dies, præter dominicam, et sabbatum, *feriarum* vocabulo notantur, ordine à primo, qui est dominicus dies, incipiente; ita ut sequens *feria* 2, tertia, et sic deinceps ad sabbatum usque insistendo dicantur. Diem ab ortu solis incipiebant babylonii, hebræi, athenienses, ac itali ab occasu; astronomi à meridie continenter 24 horas numerando: ægyptii à media nocte, ut moris nunc apud nos est, præsertim in computatione ecclesiastica. Mensis solaris medius quatuor heb-

domadas; dies duos, ac $\frac{17}{20}$ complectitur. *Civilis* varius est, quod nullus ignorat. Annus è duodecim mensibus compingitur; à tempore scilicet quo sol eclipticam percurrit, quod 365 diebus ac ferè sex horis sive quarta diei unius parte absolvitur. Hinc ut hic excessus compensetur, quaternis annis interponitur dies una, quæ *intercalaris* audit, ac 29 diem Februario addit, qui 28 diebus annis ceteris circumscribitur. Porrò ex eo, quod romani hunc diem inter 24 Februarii, qui sexto cal. notabatur, et 25 interposuissent *bis sexto calend.* repetentes *bissextilis anni* nomen huic anno uno die aucto inditum est. Verum annus 365 diebus, 5 hor. 48 min. et 45 sec. concluditur: aucto igitur anno bissextili una die, sensim tempestates anni in supputatione civili anticipabantur, ita ut à correctione Julii Cæsaris, qui calendarium romanum emendaverat, ad Gregorii XIII. Pontificatum decem diebus æquinoctium vernum civile astronomicum præcedebat. Cui malo ut obviam futuris temporibus iret laudatus Pontifex, adhibitis astronomorum id temporis peritissimis Clavio, Lelio etc. *correctio Gregoriana* calendarii instituta est, detractis decem diebus superantibus; atque ut in posterum ejusmodi anticipationibus locus non sit, decretum est, tres continenter sæculares annos non esse bissextiles, quartum verò semper fore. Hoc jam anno 1700 locum habuit, qui bissextus non fuit, quemadmodum nec proximus 1800 et sequens 1900 inter bissextiles non computabuntur; anno verò 2000 de more dies in-

tercalaris Februario adjungetur.

523 Schol. Diximus modò romanos *bissexto cal.* Martii anno intercalari diem interpositam numerasse; notum quippe est in grammaticis, primum mensis diem *calendas* romanos appellasse; quintam *nonas*, Martio, Majo, Julio, et Octobri exceptis, in quibus nonæ in septimum diem rejiciebantur: decimam tertiam *idus*, exceptis prædictis quatuor mensibus, in quibus idus erant decima quinta die mensis; reliquos dies à dierum, quibus distabant à calendis, nonis, idibus, numero appellabant; præcedente et insequenti exceptis, qui pridie aut postridie calendas, nonas, idus audiebat.

524 Lunares etiam anni et menses distinguuntur. Annus lunaris duodecim lunationes, sive dies 354, hor. 8 min. 48 cum $38''$ et $12'''$ comprehendit, unde à solari deficit undecim diebus. Quare ut constanter ambo, procedant, singulis tribus annis integer mensis lunaris superadditur, qui *embolimæus* et *intercalaris* dici consuevit. Mensis lunaris vel est *periodicus* vel *synodicus*: primus est integra lunæ revolutio sub zodiaco, quæ 27 diebus, hor. 7, $43'$, $5''$ perficitur: alter spatium ab una ad alteram cum sole conjunctionem amplectitur; quæ 29 dieb. hor. 12, $44'$, $3''$, $11'''$ concluditur. Excessus hic 11 dierum anni solaris supra lunarem *Epactæ* inventioni locum dedit. Verum epacta astronomica minor est vulgari; hæc enim 11 ipsos dies comprehendit, astronomica verò 10 cum 21 horis, $11'$, $22''$ definitur. Quare epacta vulgaris significat numerum anno lunari adden-

dum, ut cum solari congruat; quod idem est ac denotare ætatem lunæ, sive quot dies luna prima Januarii numerabat. Manifestum verò est, in epacta vulgari 11 solidos dies continentem, minutiam astronomicæ epactæ negligi.

525 Ut hujusmodi minutias ad certam periodum revocarent veteres, *cyclos* invenerunt *solarem* et *lunarem*, ac etiam *epactarum*. *Cyclus lunaris* sive *aureus numerus*, ab inventore *Metone* etiam *metonicus* dictus, est periodus 19 annorum, quibus peractis novilunia et plenilunia ad eumdem anni solaris diem iterum redeunt. *Cyclus solaris* sic dictus à die solis, nobis Dominica à *Christi Domini Resurrectione*, complectitur periodum 28 annorum, quibus exactis, dies hebdomadæ iterum ad primas sedes redeunt, sive eodem ordine ac 28 retrò annis dies hebdomadæ in mense distribuuntur. *Cyclus epactarum* 30 epactarum numeros continet, ut lunationes iisdem quibus antea, diebus mensis respondeant.

526 Schol. 1. Quum *æra* vulgaris inceperit anno secundo cycli lunaris, addita unitate, ac diviso numero per 19, statim annus cycli, sive *aureus numerus* eruitur, qui est residuum quotientis. Esto annus 1797 cujus aureus numerus sit inveniendus; addita unitate 1798 per 19 dividatur, residuum 12 dabit aureum numerum anni 1797. Eadem etiam methodo eruitur annus cycli solaris: annus enim primus æræ christianæ incidit in 10 cycli solaris; unde si anno dato addantur 9, summaque per 28 dividatur, residuum dabit annum

quæsitum: quod in præfato exemplo declaratur: 1797+9=1806, quo diviso per 28, residuum 14 dabit cyclum solarem. Ut porrò alicujus dati anni epacta inveniatur, aureo numero prius invento, ac unitate mulctato, residuum per 11 ducatur: si productum 30 non excedat, hoc erit epacta quæsita: quod si num. 30 superaverit, per hunc dividatur, et residuum erit epacta. Sic ducendo 12—1=11× 11, ac productum 121 dividendo per 30, residuum 1 dabit epactam anni 1797.

527 Schol. 2. Usus solaris cycli in calendario christiano litteras, quas vocant Dominicales, exhibebit. Nam dies prima Januarii semper insignitur littera A, secunda B, C, D, E, F, G; quibus transactis, septenario numero hebdomadæ diebus respondente, iterum incipiunt eodem ordine designari. Quare eadem littera omnes Dominicas per annum recurrentes indigitabit. Sic littera A omnibus Dominicis 1797 respondebit. Quod si annus bissextus foret, tunc usque ad 23 Februarii littera eadem designabit; deinceps verò altera usque ad anni finem substituetur. Et hinc est, quod transactis 7 annis, non iterum eadem recurrat littera, sed integra periodus cycli solaris verti debet, ut ad priores sedes dies septimanæ restituantur; tunc enim 7 intercalaribus annis transactis, quia 4 septies in 28 continentur, cyclus absolvitur.

528 Ex cyclo lunari 19 et solari 28 annorum invicem ductis exsurgit *periodus Dyonisiana*, quæ 532 annos complectitur. Julius Cæ-

sar Scaligerus aliam periodum invenit, Dyonisianæ addens numerum indictionis, in quem cycli lunaris et solaris productum, seu periodus Dyonisiana ducatur. Porrò *indictio* est periodus 15 annorum, quibus transactis, iterum ab numero 1 incipit indictio usque ad 15: jam si periodum Dyonisianam 532 in 15 duxeris, productum 7980 dabit periodum Julianam. In quolibet anno dato periodi Julianæ statim invenitur cyclus solaris, aureus numerus, et indictio, si per 28, 19, 15 dividatur. Ex gr. divide 6510, qui est annus P. J. 1797 respondens; quoniam annus primus æræ vulgaris fuit 4714 P. J. divide priùs per 28; residuum 14, ut jam ostensum est, dabit cyclum solarem; et sic de aliis duobus, aureo numero, et indictione.

529 Schol. Ut quolibet anno æræ vulgaris annum indictionis invenias, dato anno adde 3, tot enim annos æram vulgarem indictio præcedebat, summamque divide per 15: residuum dabit numerum indictionis; quod si nihil remanserit, erit annus 15. En typum pro anno $1797+3=1800$: quo diviso per 15, dat quotum 120 sine residuo. Indictionis itaque annus erit 15.

530 Corol. Ex modò dictis de aureo numero et epacta eruitur methodus lunationes sive novilunii et plenilunii dies inveniendi, ac proinde et diem Paschatis celebrandi, ceteraque festa mobilia à Paschate sedem fixam habentia determinandi. Porrò ex sanctione S. Concilii Nicæni primi, "Pascha celebrandum est prima Dominica post lunam 14 primi mensis,

ita tamen, ut luna 14 in diem Dominicam incidente, Paschatis celebratio ad Dominicam proximè sequentem transferri debeat." Jam aureus numerus inveniatur (526); deinde epacta anno respondens, hæc addatur numero mensis à Martio incipiendo, qui anni astronomici primus mensis est, Aprilis secundus, Februarius ultimus: si summa 30 minor fuerit, hæc ex 30 subducatur; si major, à 60 substrahatur; residuum ostendet novilunii diem. Si pro mense Januario et Martio deducendum sit novilunium, epactæ nihil addi debet: Februario et Aprili unitas addatur: ex gr. inveniendum sit novilunium post æquinoctium vernum, quod Martio mense contingit, ex quo postea plenilunium eruitur, post quod festum Paschatis Dominica proxima celebrandum erit. Epacta pro anno 1797 inventa est 1; quare novilunium primam Martii præcedit, ac proinde etiam plenilunium æquinoctium antecedit; hinc ad plenilunium mensis sequentis recurrendum est. Quare quum Aprilis sit mensis secundus, epactæ 1 addicto 2, ac unitate ex modò dictis; dies prima Aprilis quarta lunæ dies erit, ac proinde plenilunium in diem 11 ejusdem incidet; post quod prima Dominica occurrens Paschæ erit assignanda: quæ quum ex littera dominicali A in 16 hujus mensis diem incurrat, hunc Paschæ celebrationi designandum indicabit.

531 Verum ut alia cursim indigitemus, quæ ex temporis divisione fluunt, et chronologiæ inserviunt; *epocha*, seu *æra* est quasi punctum geometricum, ex quo linea fluere conci-

pitur continuo ductu annorum usque ad nostra tempora. Porro *epochas sacras* et *profanas* distinguunt, ex quibus historiæ sacræ et profanæ tempora quasi filo ducuntur. Initium sumi debet ab epocha ætatis mundi, quæ adeo controversa est, ut ferè omnes dissentiant chronologi in numero annorum assignando, qui ab orbe condito ad Christi Domini nativitatem fluxerunt. Celebriores inter alios numeros habentur, qui è Septuaginta interpretum versione deducunt orientales 5590 ante Christum, quem numerum Ecclesia græca et Martyrologium romanum tenent. Interpretes vulgatæ editionis prorsùs variant in assignando numero ætatis mundi in eadem contento. Sed certè plusquam 1500 annis minor est hic numerus illo, quem Ecclesia orientalis et Martyrologium romanum adoptarunt. Aliæ celebriores epochæ sacræ sunt *Diluvium*, *Vocatio Abrahæ*, *Exitus hebræorum ex Ægypto*, *Regum dominatio*, *Captivitas babylonica*, *Christi Domini nativitas*.

532 Dionysius exiguus sexto post Christum sæculo profanis epochis antea usitatis natalis Domini epocham sustituit, cujus initium ad annum Urbis conditæ 753 conjicitur; et ex ea annos computamus, qui ab illa epocha effluxerunt 1796, quum hæc scripta vulgari cœperunt. Nemo tamen est in doctrina temporum vel mediocriter versatus, inquit Jacquierius, qui Dionysianam epocham pro vera habeat; quum saltem quatuor annis à vera dissideat. Hanc tamen plurium sæculorum usu frequentatam meritò retinet Ecclesia, ne temporum ordo, et recepta rerum ce-

clesiasticarum series turbentur. Idcircò *æra vulgaris* audit.

533 Inter profanas antiquissima est *Olympiadum* epocha, quarum initium ad annum 766 ante Christum natum plerumque refertur. *Olympias* autem est spatium annorum quatuor, quibus elapsis, ludi celebrabantur in *Olympia* urbe Peloponnesi, ob id celeberrima. Frequentiùs autem chronologi existimant ludos hujusmodi institutos ab Iphito anno prædicto ante Christum 776, in plenilunio post solstitium æstivum. Ferè cum Olympiadum initio epocha *Romæ conditæ* cohæret, 753 annis ante æram Dionysii seu vulgarem, si Varronis chronologiæ adhæreamus. Demum ne extra terminos nostros vagemur, *æra Nabonassaris* Babyloniæ regis, quam Ptolemæus præsertim usurpat, et non raro à chronologis memoratur, annis 747 ante æram vulgarem incepit.

CAPUT SEXTUM.

DE LUNA.

§. I.

De iis, quæ ad lunæ corpus spectant.

534 Lunæ figura ad sensum sphærica est, nec facilè ad polos compressionem aliquam in ea deprehendere licet; quod ab ejus lentissima circum axem rotatione provenire deducunt physici. Porrò ejusmodi vertiginis motus 27 diebus absolvitur, ac perfectè congruit cum integra

ejusdem planetæ revolutione periodica: quam ob rem telluri continenter eamdem faciem sive hemisphærium obvertit, quin unquam terricolis alterum liceat conspicere: nisi quum à motu librationis modicam disci partem versum tellurem inclinat. Nam præter motum circus tellurem lunæ proprium, et alterum, quo cum ipsa integram in ecliptica revolutionem absolvit juxta copernicanos; tertium notavere astronomi, quem motum *librationis* appellant, de quibus infra. In ejus disco plures maculæ etiam nudis oculis observantur, quæ duplicis generis sunt: *constantes*, scilicet, quæ nullam unquam mutationem subeunt, et *vagæ* versus omnes lunaris disci partes sese flectentes, producentes, breviantes, ad demum evanescentes. Magnas illas maculas constantes existimarunt plures auctores esse coacervationes aquarum, marium, lacuum, fluminum, terrestrium similes: qui etiam insulis, isthmis, peninsulis distinguerentur. Alii cavernas sive valles ingentes frequentibus anfractibus asperas, à quibus maxima lucis solaris pars intercipiatur, quin ad nos reflecti queat; unde color subobscurus è terra conspectus nobis appareat. Et quidem si tot aquarum congeries in luna extare concipiamus, difficile prorsùs videtur, vapores, nubes, aliaque meteora in luna non observari.

535 Maculas variabiles in luna conspectas ab præaltis nasci montibus in ejus superficie prominentibus, quorum umbræ juxta luminis solaris directionem extendantur, fermè dubitari non potest. Montes illos etiam vulgaribus

telescopiis observamus, dum luna crescit, aut minuitur. Tum enim cuspides quædam candidæ, veluti cacumina montium nive perenni candentium apud nos à longè conspiciuntur, et in confinio lucis et umbræ lunaris observantur: quare dum lux solaris obliquè montes illos illustrat, ex adversa soli parte umbræ extendantur, oportet; quæ secundum lucis directionem sensim mutentur, minuantur, ac tandem evanescant: ut in nostro globo fieri videmus, *majoresque cadunt altis de montibus umbræ.*

536 Neque dixeris, hujusmodi inæqualitates, quas ex cacuminibus acuminatis montium terrestrium divisione aspicimus, in luna non esse. Nam fixæ, quæ à disco lunari occultantur, numquam inter has rimas immergi, aut ex illis emergere observatum hactenus fuit; quod accidere oporteret, si montes lunæ superficiem interciperent, ut in tellure per montium disjunctiones astra occultari, aut apparere videmus, maximè dum *obliqua meant*. Huic certè objectioni, quæ oculorum manifesto testimonio innititur, difficilis exitus invenitur, nisi conjecturis utendo. Censet Mako, intercisiones illas montium propè margines debere esse minores, quam circa confinium illuminationis. Verum non dissimulat parum difficultatem emolliri, si tantæ altitudinis esse ponantur montes lunares, ut ad novem milliaria cum Ricciolo assurgant; à quo non dissentit Cassinus trium leucarum altitudinem cuidam concedens. Attamen Landius ait, accuratioribus Hevelii observationibus standum esse, qui ad tria pasuum millia

altiores in luna montes tantummodo evexit.

537 Omnem difficultatem submoveri, ait idem Mako, si cum Boschovichio statuatur lunam montibus, vallibusque plenam, circumfusam esse fluido quodam homogeneo, pellucido, ac ultra cacumina altissimorum montium pertingente, in cujus levissima superficie appareant nobis umbrarum, et cuspidum coruscantium inæqualitates omnes infra ipsam demersæ ope refractionis, tanquam in polita quadam tabula depictæ: ipsius autem fluidi limbus à nobis visus sit omnino planus. Hac enim sententia posita, omnes nuclei lunaris asperitates videbuntur admodum distinctæ, et ad extremum usque marginem protensæ: margo tamen ipse, impedita lucis trajectione, erit prorsus æquabilis: stellæ fixæ et planetæ ab ipso hoc fluido occultabuntur, ac proinde ante, vel post plenam immersionem apparere non poterunt trans hiatus. Quidquid tamen de hoc Boschovichiano fluido sit, sequentem conclusionem deducere liquido possumus.

538 Propositio. "Luna caret atmosphæra terrestri simili, in qua vapores, nubes, meteora, cetera addensentur." Hoc superfluum est pluribus contendere: omnium enim oculis luna semper æquè lucida apparet, quin hactenus visa sit ejus superficies nigricantibus vaporibus, ut nostræ telluri frequenter accidit, obscurata. Quid si maculæ constantes aquarum congeries esse fingantur? nonne à solis calore continenter sine ulla noctis interruptione illuminata, dum ipsum adversa intuetur luna, maxima eva-

poratio in ejus atmosphæra excitari deberet? Verum demus Monteiro lunam eo privilegio insigniri, quo, *cælo semper gaudens Augia sereno*, Ægyptus, Peruvium, nobilitantur: luminis refractio, quam in horizontali apparitione astrorum experimur terricolæ, dum per atmosphæram lunarem introspicerentur, notaretur quidem in ipsis. His adde disgregationem colorum, quam radii lucis in atmosphæra patiuntur, et ex quo in quorumdam sententia cæruleus ille color, quem cœlum vocamus, provenit, in luna neutiquam observari; sed instar limpidi speculi ejus faciem omni tempore nostris oculis exhiberi.

539 Oppones tamen plures observationes, quas congerit Monteirus, ex quibus liquidò deducitur, stellas etiam tum apparere, postquam occultari debuissent; ut etiam Ximenius Florentiæ an. 1756 die 30 Julii lumen Martis ante immersionem sensibiliter imminui observavit. Tot autem observationes et phænomena instrumentorum vitio, aut observatorum incuriæ tribuere, citra illorum astronomorum injuriam fieri non posset. R. Quidquid sit de observationibus citatis, quæ magno etiam numero in contrariam partem adducuntur; certum est tales observationes atmosphæram probare posse, terrestri autem simile non posse: quod tantum à nobis in propositione statuitur. Certè Cassinus (in Astr. lib. 3, cap. 3.) asserit: *Fixæ et planetæ* dum *occultantur à luna, nullam patiuntur sensibilem alterationem*, dum *subeunt*, vel *emergunt*: Maraldus, Melezieu, Hirius, qui pro ob-

servationibus contrariis citantur, etiam contra atmospheram lunarem testimonia dederunt. Et quidem hæc phænomena ab omnibus constanter observari deberent, si lunæ atmosphæra tales effectus pareret: quod quum prorsus falsum sit, et rarissimæ talis phænomeni observationes citentur, ab alia quam ab atmosphæra lunari, causa provenire, suspicari non immerito possumus, ut notat Boschovichius; atque ab atmosphæra solari, in quam lunam sæpius incidere posse supra innuimus, quum ad tellurem nonnumquam pertineat, etiam repeti posse videntur.

540 Oppon. 2. In eclipsibus solaribus circum lunam conspicitur lucidus annulus, quum luna discum solis planè occultare debebat: hoc autem à refractione atmosphæræ lunaris in quam incidentes radii solis refringantur, ejusque limbos illustrent, provenire videtur: est igitur in luna atmosphæra. R. Effectus constantes, perennes etiam causas exigunt: contra verò dum effectus variant, causam constantem non adesse perspicuum fit. Quare si hujusmodi phænomena ab atmosphæra lunari repeti deberent, constanter observarentur, neque ullus esset contradicendi locus. Causam hujusce annuli, inquid Altierus, multiplicem assignarunt astronomi. Quidam enim putarunt oriri à diffractione sive inflexione solaris luminis propè margines lunæ; quum experientia constet, radios propè extimam alicujus globi superficiem transeuntes intorqueri, et inflecti introrsum in umbram ipsius globi, et lucidas fimbrias circa ipsum efficere. Hirius observans, asperum lapi-

deum globum ita soli expositum ut ipsum tegeret, apparere in limbo lucidum propter radios per asperitates ex hemisphærio illuminato in obscurum reflexos; censuit, lunarem annulum fieri ex radiis solis ab obverso lunari hemisphærio in obscurum per asperitates reflexis. Alii tandem lunaris annuali causam dixerunt esse solis atmosphæram, quæ à lunæ limbo exorbitans, atque splendore solis illuminata; annulum exhibet in tanta distantia lunæ limbo circumpositum.

541 Verum insistes. Tremor quidem in lunari limbo, coruscationes, imo et vulcani duo in medio lunæ observari dicuntur: at hæc phænomena sine atmosphæra nostræ simili edi non possunt: adest itaque in luna. R. Boschovichius, quæ de hujusmodi phænomenis narrantur, tribui deberi vel oculorum illusioni, ex qua fit, ut circa candelæ lumen videamus oblongos radios, vel refractionibus et reflexionibus nostræ atmosphæræ; vel etiam tremori, atque inflammationibus atmosphæræ solaris, maximè si per cavitates montium lunarium radii trascendant, et reflectantur. Sanè hujusmodi coruscationes ac incendia vulcanica ab aliis in limbo, in disco ab aliis notata, dum nulla à quibusdam observarentur, præjudicium quoddam ingenerant, alibi quam in atmosphæra lunari talia phænomena comparere. Quod si inibi locum haberent, ob magnam à terra distantiam à nobis tam longè dissitis discerni nequirent: quemadmodum ignes nostros à lunicolis, si qui sunt, etiam telescopiis Herschelianis instructis, ob-

servari non posse videtur probabilius. Herschelius tamen postquam hæc scripta fuerant, suo telescopio 6450 augente montes ignivomos in luna observasse fertur: quod Ulloæ hispanæ classis Præfecti in mari è prætoriana sua navi eclipsim lunarem observantis narrationem, à pluribus risu exceptam lunaris vulcani à se conspecti, planissimè confirmavit. Fontana quidem computante, telescopio 6000 objecta augente ædificium 200 ped. altum in luna videri posset. Quæ quidem etiamsi vera esse non inficiemur, atmosphæram tamen lunarem nostræ prorsus similem nondum probarent; ut ex rationibus adductis liquet.

542 Neque à lunicularum existentia, quam similem veri non abnuimus, argumentum pro lunari atmosphæra contra me desumas. Nam neque homines è terra ad lunam ascendere jussi, et atmosphæram non omnem, sed nostræ similem tantum negavi. Deinde ex eo, quod luna incolas non habeat, rectè deduces in Jove et Marte aliisque planetis, qui certè atmosphæra donantur, non existere? Verum et planetas atmosphæra circumdatos sine creaturis ipsos incolentibus extare posse non diffiteor: et eos etiam, qui tali fluido destituantur, eisdem frequentatos esse posse contendo. Tellus enim non exhausit fœcunditatem divinæ et mentis et potentiæ. Infiniti creaturarum prototypi existunt, innumeris modis variati, quos nec imaginatio nec mens nostra, tantilla quum sit, assequi unquam poterit. Si numquam aquatiles creaturas existere audivisses, crederes

ne in aqua incolumi vita degi posse? Sed hæc hactenus.

§. II.

De lunari motu, et phasibus.

543 Lunares motus ferè omnium astronomorum patientiam exercuerunt ob irregularitatem, quam in ipsis deprehendebant. Jam tamen hanc difficultatem superatam esse contendunt Newtoniani, ob attractionem scilicet aliorum corporum cœlestium, solis ac terræ præsertim ad calculos adductam; è qua vis perturbatrix lunæ proficiscitur. Ceterum his supputationibus astronomis permissis, triplex in luna motus præcipuè observabilis est. *Diurnus*, quo ab oriente in occidentem cum toto cœlo defertur, aut deferri nobis videtur. *Periodicus*, seu menstruus, quo per orbitam ab ecliptica diversam per zodiacum fertur, ac spatio 27 dierum, 7 hor. 43 min. 11 sec. 36 tert. cursum absolvit: in quo orbita lunæ eclipticam in duobus punctis secat, quæ *nodi* appellantur. Ex his quem ad boream digrediens luna pertransit, *nodus ascendens*, sive *caput Draconis* ab astronomis dicitur: dum verò à borea ad meridiem transiens eclipticam secat, *nodus descendens*, et *cauda Draconis* audit. Ex quibus nominibus *mensis draconticus* obtinuit nomen; qui è digressione et regressu ad eumdem nodum absolvitur. Verum quum nodi mutabiles sint, et periodo annorum 8 cum $7\frac{1}{2}$ mensibus continenter sedes mutent, donec ad idem punctum revertantur; mensis draconticus die-

bus 27, hor. 5, min. 36 concluditur. Motus enim nodorum ab oriente in occasum fit; adeoque luna citius nodum attingit, quam punctum cœli stellati, à quo in sua periodo digressa est. Atque in hoc differunt mensis *periodicus* et *draconticus* : quorum ut vides, primus altero major est. De mense *synodico*, qui lunares menses nobis præbet, supra verba fecimus.

544 Tertius lunæ motus, quem *libratorium* dicunt, à libratione quadam lunæ apparente oritur, ob quam partem exiguam marginis ejusdem nunc conspicimus, nunc occultatur, opposita apparente. Libratio ejusmodi triplicis generis est. *Libratio diurna*, *libratio in longitudinem*, *libratio in latitudinem*. Dum luna in horizonte limbum occidentalem nobis ostendit, illam veluti depressam videmus: quare aliquam superficiei partem radius visualis perstringere debet, quæ dum attollitur, sensim occultatur: idemque dum occidit, in limbo orientali evenire debere, res est manifesta; quod non contingeret, si motum lunæ à centro terræ observaremus. En itaque *librationis diurnæ* phænomenon. Verum luna non semper æquali velocitate in orbita sua procedit, sed aliquando incitatior, quandoque lentior, aut æquabili motu incedens, juxta alternas vices *apogæi* et *perigæi*. Luna quippe ut planetæ ceteri in orbita elliptica torquetur: quare dum apogæum legit, remotior est à nobis, quam dum in perigæo versatur; ab hac excentritate fiet, ut quasdam utriusque limbi orientalis et occidentalis portiunculas alternis vicibus suspiciamus,

quæ prius occultæ remanebant; veluti de libratione diurna modo exposuimus. Quam ob rem *librationem* in *longitudinem* appellant, eo quod à motu versus orientem causam habeat. Quod pariter *librationem* in *latitudinem* nomen dedit, à partibus limbi lunaris, quas in ejus accessu ad septemtrionem et meridiem alterna vice conspicamur. Nam lunaris axis, atque adeo ejusdem etiam æquator, plano suæ orbitæ 7 grad. cum dimidio inclinatur, et hoc planum plano eclipticæ 5 grad. cum 17 min. pariter inclinatum est: quare dum ad boream inflectitur luna, maculas quasdam in portione limbi australis antea absconditas ostendet: et vicissim quum ad meridiem recedit, alias in limbo boreali antea recedentes exhibebit.

545 Si lunæ motum per zodiacum ritè comprehenderis, nullo negotio ipsius phases mente percipies. Esto lunæ orbita L*abd* etc. (fig. 48), tellus T, sol S: quum solis, lunæ, terræ centra in eadem linea SLT existunt, hemisphærium lunæ soli obversum totum illuminatur, pars autem L terræ conversa prorsus obscura remanet: hoc autem est quod *novilunium*, *neomenia*, *conjunctio* vocatur. Digrediens luna à sole in *a* perveniat: pars quædam ejus hemisphærii nobis conspicua fiet, primaque lunæ phasis dicitur, tumque cornua parti orientali advertet. Dum verò per quadrantem à sole distat in *b*, dimidiam sui orbis partem nobis ostendit, estque primæ lunæ *quadratura*; quod luna *dichotoma* seu *bissecta* apud astronomos audit. Procedens in *d*, dimidio majorem he-

misphærii illuminati partem exhibet; quam illuminationem continentér augens in *e* pervenit, ubi hemisphærium pleno lumine fulget, ob idque *plenilunium* audit. Quod si inverso ordine lunam ex hoc puncto versus solem progredientem concipias per *mnx*; in puncto *n* alteram *quadraturam* primæ similem reperies, ac decrescentem lucem, donec ad conjunctionem cum sole iterum deveniat. Hinc etiam deduces quare luna senescens occidentem versus cornua inflectat, atque inter utramque quadraturam et plenilunium velut gibbosa cernatur.

546 Schol. Eadem phænomena in Mercurio, et Venere telescopiis melioris notæ deteguntur, conjunctio nimirum, et plenus orbis, quas uno verbo *syzygias* in planetis omnibus vocant astronomi, ac duplex quadratura: quæ omnia in orbita Mercurii et Veneris facilè concipies, si tellurem in S, solem in T, planetam per orbitam *abd* etc. se torquentem concipias. In superioribus planetis id valere non posse, perspicuum est; quum numquam intra solem et terram ipsorum orbitæ concludantur.

CAPUT SEPTIMUM.

De eclipsibus lunæ ac solis.

547 Si orbita lunæ cum eclipticæ plano congrueret, dum ipsa in novilunio inter solem et tellurem (fig. 48) intercedit, lumen solis nobis interciperet: quando verò in plenilunio in puncto *e* versaretur, globus T eamdem obscu-

raret, ut ex inspectione figuræ, in qua linea SLT per omnia globorum centra transit, statim apparet. Ecliptica autem et orbita lunaris plus minusve usque ad 7 grad. ac 17 min. invicem inclinantur: unde trium globorum centra, plerumque etiam et diametri, extra rectam SLT jacent: quare lux in neutro casu impeditur. Secus accidet, dum aut centrum, aut quædam diametri eorumdem pars intra lineam prædictam intercipiatur: tunc enim aut penitus, aut aliqua saltem ex parte obscurentur, necesse est: quod *eclipsis*, *defectio*, *deliquium* astri appellatur.

548 Porrò eclipsis *vera* erit, si planeta lumine privetur, ut luna terra interposita: *apparens*, si nobis lux occultetur, ut in deliquio solis evenit, cujus lumen numquam extinguitur: unde rectè loquendo, solis eclipsis telluris potius dicenda foret. Quod si planeta omnino obscuretur, erit eclipsis *totalis*; *partialis* verò aliqua ejus parte illustrata remanente; *centralis* quum in eadem linea recta centra inveniuntur; *annularis*, si annulus quidam lucidus planetam circumcingat. Ut autem obscurationis quantitatem indicent astronomi, discum planetæ in duodecim partes tribuunt, quas *digitos* vocant. Quare idem est enuntiare eclipsim fore 3, 6, 9 digitorum, ac partem disci quartam, dimidiam etc. fore obscurandam. Quod si aliquando ultra duodecim digitos eclipsim lunarem audias extendi, non continuo quantitatem disci obscuratam in plures quam 12 partes distribui concipias. Id enim tantum

indicat, umbram seu conum umbrosum diametrum majorem quam lunam continere: adeo ut si lunaris discus totidem digitos comprehenderet, ad eos obscuratio extenderetur.

549 *Umbra* est totalis privatio luminis. *Penumbra* est quoddam confinium lucis et umbræ, ubi plures radii lucis intermortuæ cernuntur, ceteris omnino extinctis, quam nostro crepusculo similem concipere possumus.

550 *Lemma.* Si duo globi, alter lucidus, opacus alter, ejusdem magnitudinis sint, et opacus lucido opponatur; primus alterius lucem intercipiet, umbramque in partem oppositam in formam cylindri conformatam projiciet usque eo pertingentem, quoad illuminatio extendi debebat. Quod si globus opacus major lucido fuerit, umbra coni truncati formam exhibebit; qui conus ad illud punctum perveniet, ad quod perveniret illuminatio, nisi obex ille interponeretur. Quod si minor globus interponatur, umbra imaginem coni exhibebit, cujus apex protendetur juxta proportionem illuminationis, quam intercipit. Hæc omnia experientia omnibus notissima sunt, ac periculum in candela, aut lucerna accensa, globulis interpositis, quisque facere potest.

551 *Problema.* Datis diametris globi lucidi majoris et opaci minoris, umbræ conicæ longitudinem invenire, sive conum umbrosum metiri. Sit AB solis (fig. 49) IN lunæ aut terræ diameter; ex punctis AB ducantur rectæ AH, BH perstringentes tam diametrum solis AB, quam lunæ IN in his punctis, donec concur-

rant in H: ducatur OC jungens centra utriusque globi. Triangula ABH, INH similia sunt invicem, et similia etiam sunt invicem triangulis AOH, ICH; quoniam omnes eorum anguli sunt respectivè æquales, A = I, B = N (Math. 315) et in O et C quatuor anguli sunt etiam respectivè æquales (Math. 330): quare nota semidiametro lunari, aut terrestri IC, per trigonometriam eruitur altitudo, sive latus CH coni umbrosi (Math. 466).

552 Positio I. "Lunaris eclipsis evenit, quando luna in umbram terræ incidit." *Dem.* Deliquium lunæ tantum in plenilunio, quum luna 180° distat à sole, evenire omnibus compertum est: enimverò tellus intermedia umbram projicit in alteram partem soli aversam, quum plenilunium celebratur: ergo si in eam incurrat luna, plus minusve ejus discus obscurari ab ea debet, juxta partem umbræ, quam in cursu perstringit. Hæc adeo omnibus perspicua sunt, ut in his immorari operæ pretium non ducam. Itaque ad diversa eclipsium phænomena exponenda veniamus.

553 Phænom. 1. "Raro admodum eclipses lunares eveniunt, etiamsi plenilunia singulis mensibus occurrant." Nam quum ex dictis orbita luna eclipticæ inclinata sit, solum in pleniluniis, in quibus per eclipticam transiens, conum umbrosum à terra formatum offenderit, deliquium patietur: reliquis pleniluniis inoffenso pede decurret. Nam umbra terræ semper in ecliptica jacet; quare si nodi, sive locus, per quem luna eclipticam trajicit, tum

temporis ab umbra terræ non offuscetur, eclipsis non succedet. Porrò ab astronomorum calculis habemus, quod si luna tempore plenilunii 13 grad. distet à nodo, jam tum eclipsis evenire non possit: minore distantia existente, deliquium patietur, ut statim exponetur.

554 Phænom. 2. "Defectio lunæ quandoque totalis est; sæpius autem pars tantum disci lunaris obscuratur." Eclipsis erit totalis, si luna in umbram terræ tota immergatur; partialis autem, quando in eamdem incurrens partem aliquam tantum perstringit. Nam umbræ terrestris diameter eo loco, quo luna interdum ipsam subit, ferè triplo major est lunari diametro, si fides astronomis habenda sit: quare luna non solum tota in ipsam immergi potest, verum in ea diutius etiam immorari, si plenilunium in ipso nodo contingerit. Quod si luna jam quartum à nodo gradum prætergressa fuerit, deliquium erit partiale, juxta numerum digitorum disci, quos in umbram immerserit.

555 Phænom. 3. "Obscuratio semper incipit à limbo orientali:" quia luna ab occasu in ortum progrediens, à parte limbi orientem respiciente umbram subire debet: ac proinde idem limbus orientalis etiam primus à deliquio liberatur. Quod ad limbos septemtrionalem, et australem attinet; si luna boream versus declinet, limbus australis obscurabitur, et contra ipsa ad austrum vergente, limbus borealis tenebrescet in eclipsibus partialibus, cujus manifesta ratio est, quia semper umbra terræ per

eclipticam progreditur: quare si ab ecliptica versus austrum deflectat luna, partem hujus planetæ borealem obscurari necesse est, contra verò si ab ecliptica declinat ad septemtrionem.

556 Phænom. 4. *Raro admodum luna ab oculis nostris eripitur etiam in defectione totali: sed colorem quemdam subrubrum induit candenti ferro jam extinguendo similem, ut in eclipsi totali die 14 Februarii anni 1794 Romae experti sumus.* Complures nempe radii solares in atmosphæra telluris refringuntur, atque intra umbram terræ intorquentur, à quibus luna pertransiens illuminatur. Quum autem ex dicendis in Physica part. rubri lucis radii fortiores sint, et qui difficilius absorbentur; hi potissimum per atmosphæram obscuratam incidentes in luna, hunc ipsi colorem obducunt. Pallorem quemdam etiam induit luna sub initium et finem eclipsis; tum enim penumbram (549), sive confinium lucis et umbræ pertransit; quum atmosphæra plures radios introrsus versus umbram intorqueat à quibus hic pallor enascitur.

557 Schol. Quæ dicta sunt de eclipsibus lunaribus, ceteris satellitibus planetarum, qui ipsorum lunæ sunt, suo modo applicari debent. Quæ enim phænomena nobis exhibent defectiones lunares, satellitum etiam eclipses, maximè jovialium, quæ ferè quotidianæ sunt, Jovis incolis, si qui sunt, apparere debere, nemo non videt. Hinc nostri astronomi eadem, qua lunares, facilitate jovialium satellitum eclipses calculis subjiciunt, ac eventus prædictioni respondere, identidem telescopiis observamus.

558 Positio II. "Solis deliquium ab interpositione lunæ inter solem et terram novilunii tempore causam habet; ita ut tunc deficiat sol, quum terra in umbram lunæ contra ipsam projectam incurrit." Hæc propositio nulla demonstratione indiget comprobari; quum æquè ac præcedens adeo perspicua sit etiam vulgaribus hominibus, ut nemo unus ejus ambigat veritatem. Neque enim unquam nisi novilunii tempore eclipses solares eveniunt, eorumque eventus certisissima prædictione ab astronomis ex lunationum calculo eruitur. Quare ad phænomena inde venientia descendamus.

559 Phænom. 1. "Solares defectiones raro quidem eveniunt; et minore numero, quam lunares." Plures anni nedum menses sine eclipsi solari prætereunt; et quidem quod ita evenire debeat, liquidum est ex eadem causa nodorum lunarium diversis punctis eclipticam intersecantium; quæ puncta raró contingit luna, dum novilunium celebratur, ut de lunaribus eclipsibus disserebamus. Hinc si luna distet à nodo, quo tempore cum sole conjungitur, defectio solis subsequi non potest. Quum autem conus umbrosus terrestris major sit, quam umbrosus lunaris, facilius intra conum terræ luna, quam intra lunarem incidet terra; ex quo frequentiores etiam eclipses lunares quam solares sint, oportet; contra atque Horvatho placet.

560 Phænom. 2. "In eadem eclipsi quibusdam terræ tractibus sol penitus disparet, aliis major, minor aliis disci solaris pars ocultatur;

dum plures ejus partes luce plenè illustrantur." Luna nimirum multo minor mole quam terra, umbrosum conum post se emittere non potest qui eamdem penitus involvat. Quare tractus illi superficiei terrestris, qui intra circulum coni comprehendantur, tantum solem penitus obscuratum, conspicient: qui extra dictum circulum jaceant, faciem solis partim obscuratam, partim lucidam intuebuntur: quos autem umbra intactos relinquat, sol plena face illustrabit. Nam Boschovichio computante, conus umbræ lunaris superficiem terræ obtenebrans, semidiametrum 96 milliaribus majorem numquam obtinet, etiam sole apogæo, luna perigæa existentibus, qui casus maximam diametrum cono umbroso tribuit; quum sole perigæo luna apogæa extantibus vix penumbra coni tellurem perstringere queat, sive ejus vertex, in quo penumbra tantum ob decussatos radios lucis habetur, ut statim explicabimus.

561 Phænom. 3. "In deliquio solis nonnumquam annulus quidam lucidus lunam circumcingens observatur, ex quo eclipsis annularis appellari consuevit." Nimirum coni umbrosi ab luna projecti vertice ad terram usque non perveniente, spectator qui oculum habet in linea recta per centra solis et lunæ transeunte, solares radios excipit provenientes ab limbo solis, undique ultra limbum lunæ prominente. Quandoque etiam solem ambire observatur circulus quidem latior, qui eo pallidior est, quo magis ab ejus limbo distenditur. Ab atmosphæra solis hoc phænomenon provenire contendunt al-

teri, alteris lunæ atmosphæræ id tribuentibus ut jam supra notavimus. Argumentum inde sumunt negantes ab atmosphæra solis venire, quod annulus concentricus lunæ, non soli videatur. Verum hoc ab observationibus definiri non posse contendit Boschovichius, quum in eclipsi totali solis ac lunæ centra parum adeo dissentiant, ut in tanta longinquitate cuinam concentricus sit annulus, discerni non possit.

562 Phænom. 4. "Plerumque in eclipsi totali tenebræ lucis quodam crepusculo temperantur, ut in aurora proximo jam sole quotidie fieri videmus." Et quidem si in matutino ac vespertino crepusculo, sole à limbo telluris ex oculis erepto, id contingere videmus; ab eadem causa in solis defectione idem contingat necesse est. Atmosphæra namque radios solis intercipiens, atque introrsus inflectens versus partem obscuratam, crepusculum efficit matutino simillimum. Quod si nubibus cœlum obducatur, aut luna in perigæo et sol in apogæo eclipsim totalem effecerint, observatum asserit Brissonus, momentaneas tenebras noctis obscurissimæ caliginem superasse, ita ut ubi pes figeretur, discerni non posset, aves in terram offuscatæ deciderent, stellæ clariores quam in hyberna limpida nocte comparerent, atque solis atmosphæra plenissimè discerneretur. Verum primo radii solaris jactu, quasi in ictu oculi theatrum mutatur, ac tenebræ prorsus disparent.

563 Schol. 1. Tria in eclipsibus præcipuè observantur, principium, medium, et finis. Initium immersionis est punctum, quo planeta

umbram ingreditur, sicut emersio, quando penitus ab ea liberatur, medium æquè ab utroque puncto distat: verum in eclipsi totali etiam perfecta immersio totius disci et principium emersionis observari solent.

564 Schol. 2. Eveniunt frequenter occultationes stellarum à luna, atque ab aliis planetis; qui et à luna quandoque etiam occultantur. Planetæ etiam inferiores, Mercurius et Venus quandoque discum solarem prætergrediuntur, et instar maculæ solaris conspiciuntur. Mercurius quidem non raro admodum, ut Venus, hunc congressum frequentat: 16 enim vicibus hoc sæculo per solis discum transivit. Neque verò hoc phænomenon eclipsis nomine, sed *transitus per discum solarem* astronomis placuit insignire. Venus raró admodum per discum solarem transire conspicitur. A telescopii inventione nonnisi ternis vicibus hoc phænomenon accidit; annis nempe 1639, 1761, ac 1769 die 3 Junii. Ultimus hic transitus Europam penè totam commovit. Cookius ad insulam *Taiti* profectionem instituit ab Angliæ Rege missus, quo astronomum Green conduxit, ut illum observaret. Idem phænomenon, quod jam in Siberia anno 1761 terrestri profectione observaverat, maritima in Americam ad portum Veræcrucis instituta, atque inde remotissimos Californios penetrans Chappeus, gallus natione, iterum conspecturus adiit, ubi et fato functus est mense Augusto ejusdem anni 1769. Non iterum Venus per solarem discum transivit, nisi anno 1874: unde qui nunc sumus

in mortalibus, id observare non poterimus, nisi fortè aliquis recens ab utero, qui ad longissimam ætatem perveniens, in raris avibus numeretur.

CAPUT OCTAVUM.

De reliquis Planetis.

565 Planetæ hactenus cogniti, à proximioribus soli incipiendo, sunt Mercurius, Venus, Terra, juxta copernicanos, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus. Quosdam ex his suæ lunulæ comitantur, velut terram sua, ut singillatim de ipsis disserendo exponemus: deinde ut omnia recto ordine disposita, ac præ oculis habeantur, dum invicem conferre placuerit; tabulas exscribemus, in quibus distantiæ, revolutionum periodi, cetera singillatim continentur.

566 *Mercurius* planetarum majorum minimus, ac soli omnium proximus, atque adeo ejus radiis absorptus, raro se conspiciendum præbet. Phases habet, ut luna, quas tamen selectiore tantum instructus telescopio detexeris. Motum vertiginis in eo nondum observare potuerunt astronomi, eo quod ob solis vicinitatem maculæ, à quibus talis motus deprehenditur, in eo etiamnum discerni non potuerint. Ab analogia tamen circa suum axem revolvi, ut ceteri planetæ, non injuria existimatur. Hujus planetæ superficies septies plus quam terrestris illuminari, et calefieri, ab ejus ad solem proximiore accessu deducit Newtonus: hinc ipsius habitatores, si qui sunt, temperiem habere debent maximo huic calori resistendo pa-

rem. Nam ab hoc calore aquam ebullire idem philosophus expertus est, quod illam temperiem humano corpori destruendo magis quam educando, aptam fore demonstrat.

567 *Venus* planeta post Mercurium collocatur, cujus pulcherrimus aspectus manè, dum *Lucifer* exoritur, aut vesperè, dum *Hesperus* solem consequitur, nos maximè delectat. Tantus quandoque est ejus splendor, ut corpora ab ipso illuminata tenuem umbram projiciant. Phases habet ut luna, raròque pleno disco fulgens observatur. Cassinus senior et Campanius maculas in hoc planeta detexerunt, ex quorum revolutione postea motus vertiginis in eo deductus est ad calculos. Montes etiam in eo observavit Hirius lunaribus altiores: imo ejus superficiem nimis præruptam esse, à reflexo vividiore, quandoque etiam scintillante lumine, deducunt nonnulli. Dissident autem astronomi, de luna Veneris scribentes. Eamdem Cassinus sibi videre visus est, deinde Short anno 1740, ac postremo Montagne, astronomus Lemovicensis, referente Jacquierio. Inter imaginarias visiones alii Veneris lunam relegare non dubitant. Posset tamen fieri, ut ejus orbita respectu telluris ita disposita foret, quæ semper faciem illuminatam à nobis averteret, nec nisi tenui libratione quandoque limbum illustratum à sole ad nos obvertat; quod fortè fortuna tum temporis contigit, quum à prælaudatis astronomis observaretur.

568 *Mars* planeta insignis est ob colorem subrubrum, cupro similem, quo semper circum-

fusus apparet. Ex quo densa atmosphæra involvi, quæ radios lucis absorbens, rubeos tantum remittat, deducitur. Hockius et Cassinus maculas in eo detexerunt, è quorum revolutione constanti planetam motu vertiginis 24 hor. 40 min. cieri compererunt. Lumine bissecto conspicitur in quadraturis, dum in perigæo versatur; numquam tamen apparet cornutus ut inferiores planetæ, quod jam supra notavimus. Lucem, et calorem à sole mutuare tertia parte terrestri minorem asserit Chambersius. Fasciæ quædam æquatori ipsius parallelæ in hoc planeta conspiciuntur. Frequentes etiam in sua atmosphæra mutationes subit, quas nostris meteoris omnino similes suspicantur observatores. Stellæ etiam ab eadem atmosphæra, dum penè ipsas transit Mars, expallescere videntur, ac immutari, antequam occultentur.

569 Post Venerem pulcherrimus planetarum *Jupiter* insigni luce resplendet. Fasciæ quædam æquatori ejus parallelæ in ipso notantur, ac maculæ, quæ motu rapidissimo circum axem volvuntur, ex quibus ejus vertigo 9 hor. 56 min. deducta est. Ex quo etiam id inferunt, ejus figuram ad polos esse valdè compressam à motu rotationis præ aliis planetis velociore. Ceterum fasciæ non constanter in Jove observantur. Quandoque evanescunt, reproducuntur, dilatantur, contrahuntur. Nonnumquam etiam quædam partes dehiscunt, ac mox redintegrantur. Nescio quid simile catenis montium nive candentium in hujus et Martis planetæ fasciis suspicatur Gregorius. Quatuor satellibus seu

lunis coronatur, quos Galilæus telescopio primus detexisse fertur. Primus satellex, qui planetæ proximior est, 42 $\frac{1}{2}$ horas in sua revolutione circum Jovem impendit: alter 3 dies et 13 horas: tertius 7 diebus cum 4 hor. 3 min. cursum absolvit; dum quartus 16 dies, 18 hor. tardus circum ipsum progreditur.

570 *Saturnus* planetarum à phænomenis fœcundissimus pallida luce fulget; variasque figuras induit; quas demum felici conatu Hugenius ab annulo, quo cingitur, provenire detexit. Nam irregularis ejus forma semper apparet; quandoque ellipticam figuram præsefert; ansas nonnumquam in ipso videre videmur, per quarum interstitia fixas observavit Clarkius brachiis quasi protensis non raro apparet, ac demum rotundus. Hæc omnia ab annuli positione respectu habitatoris terrestris provenire, à regulis opticæ facilè eruitur. Si enim annuli positio (fig. 50) ea foret, ut recta ducta ex oculis spectatoris ad centrum et planum annuli sit perpendicularis, aut parum inclinata, integrum annulum fulgentem ut planetam ipsum videremus. Diversa tamen est ad tellurem annuli positio ob magnam ejus inclinationem, adeo ut pars ejusdem post planetam ocultetur, pars versus nos respiciat. Quare duæ illæ prominentes annuli AS partes juxta variam ad nos inclinationem, nunc *ansatum*, nunc *brachiatum* ut ajunt, exhibebunt. Quum verò annuli crassities ad nos volvitur, ejus figura in tanta distantia evanescere debet, ac Saturnus propriam rotunditatem nobis ostendere. Annuli diameter, cum Sa-

turni diametro comparata, est ut 7 : 3, ex quo deducunt, 67512 leucas comprehendere ipsius latitudo tanta ferè est, quanta ejus à planeta distantia. In eo punctum lucidum nuper observavit Herschellius, quod octavum satellitem esse prius credidit; postea tamen ex ejus in annulo constanti motu deduxit, annulum ipsum vertiginis motu cieri 10 hor. cum aliquot minutis spatio. Novissimè idem Herschellius duplicem esse annulum Saturni comperuisse fertur. Demum præter quinque satellites antea detectos, duos alios planetæ proximiores idem astronomus circum ipsum moveri comperuit, qui quamvis sextus et septimus audiant, primus et secundus à vicinitate cum planeta sunt computandi.

571 Demum *Uranus*, quem *Herschel* ab astronomi, qui primus illum in cœlo detexit, nomine antea appellabant, remotissimus est omnium planetarum. Nudis oculis discerni non potest, sed telescopium et machinam parallacticam ad eum in cœlo inveniendum adhibere opus est. Duos hactenus ipsum comitantes satellites prælaudato astronomo rimari licuit, quorum primus 8, alter 14 dierum spatio revolutionem circum planetam conficiunt. Ipse tamen 83 an. cursum absolvere creditur. Satellitum comitatu forsitam illo Saturni frequentiore gaudet; quorum tamen numerum per distantiam conspicari, nisi valentioribus telescopiis donemur, numquam poterimus.

572 Schol. Ne mireris in tabulis densitates planetarum, quasi si stateræ impositi fuissent, descriptas legere. Satis est Newtonianis doctri-

na attractionis, ut massas definiant; ex qua tutiorem, quam in statera, ponderandi massas regulam deducunt. Generale theorema, ex quo alia problemata resolvunt, hoc est: "Massæ duorum siderum satellite gaudentium sunt, ut cubi mediocrium distantiarum satellitum per quadrata temporum periodicorum eorumdem divisi." Quum vero densitates sint in ratione directa massarum, et inversa voluminum (45), cognita massa ex theoremate præcedente, moles etiam investigari debet, ut densitas definiatur. Volumen autem seu moles eruitur, cognita diametro vera: hæc autem ex diametro apparente, ac distantia dignoscitur: est enim diameter vera in ratione composita ex diametro apparente et distantia, quum diameter objecti in ratione distantiæ augeatur, vel minuatur. Adducendo igitur ad casus singulares prædictas notiones, poterunt densitates inoffenso pede definiri. En jam tabulas à Brissono et Landio desumptas, quas ut facilius comprehendas, *revolutionem tropicam* dicunt, quæ ab integra revolutione astri à discessu ad regressum ad idem cœli punctum desumitur: revolutio *syderalis* est regressus ad eamdem stellam, è qua discessit; quæ ex dictis de præcessione æquinoctiorum, tantillum semper in *consequentia* promoventur: *synodica* demum à congressu cum sole in ecliptica denominatur; ut de luna agentes exposuimus.

Tabula revolutionum, magnitudinum, distantiarum in planetis.

Planetæ . . .	Revolutio Tropica.						Revolutio Syderalis.						Revolutio Synod.			
	An.	dies.	hor.	min.	sec.	dec.	An.	dies.	hor.	min.	sec.	dec.	Dies.	hor.	min.	sec.
Sol.	1	0	5	48	45	5	1	0	6	9	11	2	. . .	. . .	. . .	. . .
Luna.	0	27	7	43	4	6	0	27	7	43	11	5	29	12	44	3
Mercurius.		87	23	14	25	9	0	87	23	15	37	0	115	21	3	22
Venus.	0	224	16	41	32	4	0	224	16	49	12	7	583	22	7	6
Mars.	1	321	22	18	27	3	1	321	23	30	43	3	779	22	28	26
Jupiter.	11	315	8	58	27	3	11	317	8	51	25	6	398	21	15	45
Saturnus.	29	164	7	21	50	0	29	176	14	36	42	5	378	2	8	8
Uranus.	83	138	0	0	0	0	83	0	0	0	0	0	370	0	0	0

Planetæ.	Diametri app.			Diam. veræ in leucis.	Diametri cum terræ diamet. comparatæ.	
Sol.	31′	57″	5	323155	112,	79
Tell. è sole	0	17	0	2865	1,	000
Luna.	0	4	642	782	0,	2730
Mercur.	0	7	0	1180	0,	41176
Venus.	0	16	52	2785	0,	97196
Mars.	0	11	4	1921	0,	67059
Jupiter.	3	17	7	32644	11,	393
Saturn.	2	51	7	28936	10,	100
Annul. Sat.	6	40	6	67518	23,	567
Uranus.	1	16	30	12892	4,	500

Magnitudo seu volumen, posita mole terræ ut infrà.

	Landius	Brissonus in decim.
Tellus.	1	1,000000
Sol.	1435025	1435022,666239
Luna.	$\frac{1}{49}$	0,02036
Mercurius.	$\frac{7}{100}$	0,078372
Venus.	$\frac{11}{12}$	0,917559
Mars.	$\frac{3}{10}$	0,301445
Jupiter.	1479	1479,231780
Saturnus.	1030	1030,173430
Uranus.	$91\frac{1}{4}$	91,250000

Massæ ex Landio.		Densit. in decim. ex Briss.	Distantiæ med. à Solé in leucis.
Tellus.	1	1 , 000000	34761680
Sol.	365412	0 , 254630	. . . . . .
Luna.	0,01399	0 , 687060	34761680
Mercur.	0,14228	2 , 037700	13456246
Venus.	1,1707	1 , 275000	25144166
Mars.	0,21988	0 , 729170	52966024
Jupiter.	340,00	0 , 229840	180794802
Saturn.	106,90	0 , 104500	331628860
Uranus.	$17\frac{3}{74}$	1 , 220401	663315425

Distantiæ mediæ planet. à Terra.		Distantia in Apogæo.	Distantia in Perigæo.
Luna.	84515	89167	79862
Merc.	34761680	51574166	17949194
Venus.	34761680	60667126	8856234
Mars.	52966024	93239168	12692880
Jupiter.	180794802	224859750	136729854
Saturn.	331628860	385880023	277377697
Uranus.	663315425	700317043	626313807

CAPUT NONUM.

De cometis.

573 Philosophus Seneca lib. 7. Quæst. Nat. pulchrè de cometis disserit, et dignam nostris temporibus sententiam jam tum amplexus est: cometas nimirum esse corpora cœlestia mundo coæva, quæ ut ceteri planetæ cursus ordinatissimos habeant; quamvis alias curvas à zodiaco deflectentes in suis orbitis describant. Porrò inter planetas et cometas illud insigne notatur discrimen, quod cometæ prægrandi atmosphæra donantur, quæ nunc fulgens velut cauda cometam sequitur longè porrecta, et tum dicitur *caudatus*: tum ipsum præcedit, et *barbatus* audit: quando vero circum orbem diffunditur, *crinitus* seu *comatus* apparet, et dicitur.

574 Leibnitius, qui opus singulare de cometis exaravit, 415 ad annum 1665 apparuisse, productis auctorum verbis, quibus tale phænomenon indicatur, deducit: quibus si 19 alios usque ad annum 1772 à Landio memoratos adjungas, 434 observatos comperies. Ceterum, ut Landius existimat, plures per omnes retroactas ætates apparuere cometæ, quorum numquam historici meminerunt: pluresque visum hominum effugere, quin observentur, ex eo deducit, quod, referente Seneca citato loco cap. 20, Possidonius scripserat; videlicet eclipsis solaris tempore visum fuisse cometam, qui

oculos hominum effugisset, nisi tenebræ ab obscuratione solis obductæ, casu eum ostendissent.

575 Duos quandoque simul observatos fuisse cometas, Ricciolus narrat; quod phænomenon repetitum an. 1760 die 11 Februarii, auctor est Landius. Verum tempus ostensionis eorumdem varium esse, compertum habemus. Plures citò disparent: nonnulli per aliquot menses nostram regionem invisunt: nullum tamen ultra sex menses durasse, memoriæ proditum est. Quidquid sit de mole cometarum solem magnitudine æquantium, quos referunt Justinus et Seneca, certum est ipsos rarissimè, diametro apparente planetas nostros excedere, sæpius minores esse. Cauda tamen per longum cœli tractum diffunditur, ita ut non raro ad 50, 60, imò ad 90 grad. extendi, Ricciolus auctor est. Semper ad partem à sole aversam caudam exporrigunt: unde si manè ante solem exoriantur, semper præcedit; si ipsum sequuntur, illos consequitur: sole infrà horizontem valdè depresso, sursum attollitur, nec raro etiam inflectitur.

576 Cometarum motus propemodum varius; generali tamen omnium astrorum lege semper feruntur ab ortu ad occasum 24 hor. spatio. Ab ortu in occasum, aut contra motu proprio plures recurrunt; à borea ad austrum, aut ex hac plaga in oppositam quandoque vagantur: quin etiam motus retrogrados non rarò affectant, ut ab oriente in occidentem delatus cometa anni 1729 et 30, postea cursum in

contrariam plagam mutavit. Ceterum motus velocitas à primo, quo apparent tempore, augetur in dies, donec ad summum aucta velocitate, sensim decrescere incipiat. Sed jam sit

577 Propositio I. "Cometæ non sunt meteora fortuito in atmosphæra nostra ab exhalationibus formata, ut plures ex antiquis, ac etiam ex recentibus præsenti sæculi auctores existimant: neque corpora ab evaporatione planetarum, aut concretione atmosphæræ solaris compacta." Dem. Cometæ plerumque nostros planetas superant distantia à terra, ita ut parallaxim nullam præseferant: perspicuum itaque est atmosphæræ terrestris vaporibus non generari, qui ultra ejus limites assurgere nequeunt. Ex eodem principio falsitatis convincitur altera opinio, quæ cometis ex planetarum substantia per superiores regiones dispersa corpus affingebat; quomodo enim sine diminutione sensibili eorumdem molis globos formarent, longè ipsorum molem superantes? Deinde motum hujusmodi meteoris planetariis quis induit? Meteora quidem terrestria si aliquando motum nansciscuntur, statim evanescit, neque ullis regulis subjicitur. Motus autem cometarum et constans, et perpetuus est, adeò ut calculis subjiciatur, quasque in cœlo plagas affectare debeant cometæ, ab astronomis prædicuntur; imo et eorumdem regressus, si plus quam bis idem cometa observetur, ut etiam ab Halleyo ceteri astronomi regulas statuunt, quibus orbita, tempus periodicum, cetera dignoscantur: quare amplius sustineri non potest, casu

quodam fortuito hæc corpora per cœlum vagari, quasi ab atmosphæra solari, aut excretionibus planetarum educarentur.

578 Proposit. II. "Cometæ sunt veri planetæ mundo coœvi, in orbitis valdè excentricis circum solem se torquentes; etiamsi à zodiaco diversum cursum affectent, ac diversis inclinationibus ad eclipticam inflectantur." Hæc conclusio ex antecedente spontè descendit, velut ejus corollarium. Si enim planetæ non forent, ac illorum more per regiones solares non vagarentur, certis legibus constricti, ut siderum errantium mos est, meteora forent fortuitò compacta, quæ et dissolverentur, nullisque motibus certis adducerentur; quod quum manifestè falsum sit, restat, ut planetarum numero adscribantur; quod omnium fert recentiorum à Cassino opinio, cum antiquis à Seneca citatis consentientium. "Veniet tempus, quo ipsa, quæ nunc latent dies extrahet: veniet tempus, quo posteri nostri tam aperta nos nescisse mirabuntur: erit qui demonstret aliquando, in quibus cometæ partibus errant: cur tam seducti à ceteris eunt; quanti, qualesque sint." (QQ. NN. lib. 7, c. 3). Rursus orbitas cometarias curvas esse solem complectentes, ex eo manifestum est, quod toto tempore apparitionis arcus cœlestes describunt 80, 100, 200, 300 etiam gradus comprehendentes. Enimverò linea recta, aut convexa, quæcumque sit illius magnitudo ac positio, sub angulo 200 grad. videri non potest: restat igitur, ut curva ab ipsis descripta versus solem sit concava. Excentricitas autem

eorumdem ab exiguo tempore, quo se nobis ostendunt, satis apparet, ut in prop. 4.

579 Proposit. III. "Cometæ omnes supra lunam moventur: plerique etiam Martem superant altitudine: omnes tamen stellis fixis humiliores incedunt." Dem. in cometis ad nostram ætatem observatis parallaxis, aut nulla, aut parallaxi lunari minor inventa fuit. Nam ille 1702 à Maraldo observatus, 13 min. parallaxim habebat, quum lunaris ad 60 se extendat. In plerisque autem nulla ferè parallaxis animadvertitur, quod ultra Martem eos transire demonstrat. Fixas tamen cometas sæpiùs occultare observatur, aut per eorum caudas fixarum lumen translucere; unde longè ab ipsis distare perspicuè deducitur. Neque tamen dissimulaverimus, quæ Landius art. 922, Compendii astron. scribit, ex 60 nimirum cometis, quos hactenus cognoscere licuit, nam ex 434 supra memoratis sexaginta tantummodò cometæ dum Landius scribebat, numerabantur, quorum elementa orbitarum astronomi ex observationibus definire potuissent. Ex his 6 aut 8 ad nos satis accedere possunt, ita ut mutationem insignem in globum inducere queant: imò si in nodo, ubi orbita telluris cometæ orbitam intersecat, ambo fortè fortuna concurrerent; concussio utriusque globi stragem horrendam ederet. Verum prudenter laudatus actor insinuat, hujusmodi eventum ob tres circumstantias, quæ simul concurrere debent, adeò difficilem esse, ut omnem timorem abigere oporteat, ne cum illis dicamus, *quid si nunc cœlum ruat?* Plures tamen

suspicantur, supremam orbis nostri catastrophem à divinis oraculis prædictam, ab præfato occursu alicujus cometæ in terram irruentis evenire posse, eo quod stellas *de cælo casuras* expressè anuntiatum legamus. Wisthonus quidem à proximitate cometæ, qui anno 1680 apparuit, cujus periodum retroagens in annum diluvii incidisse contendit; ab eo orbem aquis oppressum, ac demum conflagraturum opinatur. Quod etiamsi verum non sit, fieri tamen posse ex Halleyi calculo deducitur. Præfatus enim cometa anno 1680, die 11 Novemb., à boreali terrestris orbitæ parte solum distabat 60 semid. terrestribus; unde si ad illam partem terra accessisset, lunam offendere cometa potuit. Verum divinæ providentiæ consilio systemata omnia certis legibus ita moderatur supremus rerum omnium Artifex, ut mundus hic quantum ipse jusserit, perseveret. Metuenda quidem et adoranda Dei punientis manus; verum divinæ ultionis arcana non sunt curiosiùs perscrutanda: sed precibus exoranda divina clementia, vitæque sanctitate obtinenda, inquiebat Jacquierius.

580 Proposit. IV. "Cometarum orbita satis feliciter explicatur per ellipsim nimis prolongatam curvæ parabolicæ similem (Math. 489, 503), in cujus uno ex focis sol existat" (Math. 506). Prob. Sic exposita natura curvæ per quam movetur cometa (fig. 51), omnia phænomena, quæ in ipsis notantur, haud difficiles habent explicatus. Nam 1. cur raró nobis appareant, ac brevi tempore evanescant, facilè concipitur, si nostrum globum C circum so-

lem S collocatum concipiamus, ac orbitam cometæ, quam *trajectoriam* dicunt, ellipsi PFA BHR designemus. Planum est, cometam nonnisi dum velociter perihelium P decurrit, à nobis videri posse, reliquo tempore, quo per orbitam versus aphelium A tendit, aut ex illo descendit, ob enormem distantiam è conspectu nostro subducendum. Quod si in circulis terræ valdè excentricis, ut Cassinus posuerat, moverentur, non adeò veloces in transitu, neque tam citò disparerent, aut tam rarus esset eorum aspectus: quoniam orbita circularis majores arcus, seu minus inflexos, quam ellipsis prolongata ad focos exhibet. Deinde acceleratio, ac remissio motus in circulo explicari non potest, quoniam in eo vis centripeta et centrifuga æquales ubique sunt (192); quare hypothesi cassiniana deserta, newtonianam ellipticam amplexati sunt omnes astronomi ac physici. 2. In hypothesi præjacta benè intelligitur, cur cometæ lineam rectam in suo cursu sæpius affectare videantur, quod opinabantur olim quidam astronomi. Si quidem curva RH, aut PF in tanta distantia ad sensum recta videtur.

581. Schol. Caudæ cometarum phænomenon non adeò faciles explicatus habet, ut primo intuitu videri posset. Ab atmosphæra cometarum provenire non ægrè concipimus: explicare autem, cur pars à sole aversa tantum splendorem emittat, ut veli lucentis instar appareat, hic labor est. Planetarum plures atmosphæra gaudent, quin caudatos unquam ipsos videamus. Oritur id discrimen, inquit Mako,

ex mutatione distantiæ à sole, quam planetæ admodum parum variant. Quando cometa à perihelio fertur in aphelium, complures particulæ atmosphæræ solaris ejus atmosphæræ uniuntur, tum cometæ ipsius attractione, tum impulsione anterioris partis atmosphæræ cometicæ, que solarem proræ instar findit: ea conflictione partes atmosphærarum extimæ commisceri debent, multæque ex solari intra cometicam insinuari, ac profundiùs etiam demergi, quæ cometa ad aphelium progrediente, calorem sensim amittentes condensentur. Quum verò redire cometa cœperit, et rursus incalescere, redibunt illæ particulæ ad nativam suam raritatem, iterumque efluent in partes à sole aversas, sicuti fumi nostri ascendunt in aere ad plagas telluri oppositas, propter prævalentem aeris in terram gravitatem: undè plurimum accrescunt caudæ circa perihelium. Monteirus lucem esse reflexam ab atmosphæra cometæ ad nos remissam, ut parhelia terrestria, existimat. Cur autem hæc atmosphæra illuminata quandoque cometam sequatur, alias præcedat, ab inflexione orbitæ circa solem provenire perspicuum est. Nam dum ad solem accedit, quum illuminatio fiat ex parte à sole aversa, cometam sequitur; dum verò ab ipso recedit, contrario sensu mutatur, ipsumque præcedit. Declinare autem observatur à linea recta à sole ad cometam ducta hujus cauda, ob motum cometæ; ut in fumo exeunte à corpore se movente fieri videmus: quod si quiesceret, linea recta duceretur cauda cometæ, ut in fumo è cor-

pore quiescente evolante, fieri videmus. Ceterum quidam ex eis visi sunt, qui incedant, ut planetæ nulla cauda, barba, aut crine insignes. Sed jam quæ adduci solebant, ut cometas meteora esse probarent, examinemus.

Difficultates contra propos. explicantur.

582 Prima objectio. Si planetarum numero accensendi forent cometæ, certas leges motus, orbitarum etc. haberent: hoc autem falsum esse demonstrant eorum irregulares cursus; planetæ igitur non sunt. *Prob. min.* Supra annotavimus, versus omnes cœli plagas cometas moveri: deinde motus semper variantes affectare: ergo nullis legibus adstringuntur. R. *neg. min.* et *dist. ant. prob.* versus omnes plagas, certa tamen et constanti lege, qua etiam motus eorumdem variant, *conc. ant.* versus omnes plagas velut meteora vento abrepta, *neg. ant.* Hoc demum astronomos omnes post Cassinum in hanc sententiam adduxit, motus scilicet illos, qui nulla lege adstricti antea putabantur, insigni hujus astronomi solertia ad curvam regularem compulsos fuisse: ita ut Halleyus reditum cometæ qui annis 1531, 1607, ac 1682 comparuerat, ad annum 1759 prædixerit, eventusque vaticinium confirmaverit. Revolutio igitur hujus cometæ intra 76 annos absolvitur. Magnus ille cometa, qui anno 1680 comparuit, ab Halleyo is creditur esse, qui Cæsaris tempore visus fuit, et quem ad annum 2254 plus minusve denuò ad solem accessurum prædixit, cujus

periodus foret circiter 575 an. ac proinde idem ille, qui annis 531 et 1106 ab astronomis comparuisse fertur. Dissimulandum tamen non est reditum cometæ anni 1661 ad annum 1790 nostram expectationem illusisse. Verum "quid miramur cometas.... nondum teneri legibus certis, nec initia illorum, finesque innotescere?.... Veniet tempus, quo ista, quæ nunc latent, in lucem dies extrahet, et longioris ævi diligentia," ajebat prudentissimè Seneca.

583 Objectio 2. Cometæ non habent phases ut planetæ; hæ autem in ipsis observari deberent, si essent corpora opaca circum solem se torquentia, quorum illuminatum hemisphærium ab obscuro secerni posset; planetæ itaque non sunt. R. *neg. maj.* Nam etiamsi ob densam atmosphæram phases cometarum non distinguantur, non continuò illis carere dicendum est. Et quidem cometarum lumen augetur, et minuitur in ratione distantiæ à sole, quod satis ostendit, corpora esse opaca, à sole lumen mutuantia.

584 Objectio 3. In sole maculæ notantur motu rotationis circumactæ, quin planetæ asserantur: ergo nec cometas vocare debemus planetarum nomine. R. *conc. ant. neg. cons.* atmosphæræ planetarum, nubes, vapores, cetera eodem, quo planeta, rotationis motu feruntur, quod et solaribus maculis evenit; nec tamen ullus sanæ mentis hujuscemodi meteora planetarum nomine insignivit, quia et inconstantes sunt eorumdem durationes, motus figura, et generalibus planetarum qualitatibus destituuntur.

Contrarium esse in cometis ex regulari figura in orbem conformata, motu circum commune centrum, legibus aliis ab ipsis suo modo observatis satis arbitror demonstratum.

585 Instabis. In nucleo cometarum plures observatæ sunt mutationes nubium, ac meteororum similes: ergo inter meteora, non verò in planetarum numero, cometæ sunt computandi. R. *disting. ant.* in nucleo, scilicet in atmosphæra nucleum involvente *conc.*, in materia ipsum componente *neg.*; neque enim unquam fieri potest, ut ipsius nuclei partes adeò clarè observentur ob atmosphæræ densitatem, ut tutò asseri queat, nucleum has metamorphoses subire: quod etiamsi concederetur, minimè intentum convinceret; quum insignes etiam mutationes in Jove et Marte locum habeant, quin è planetarum catalogo expungantur.

586 Corol. Ex hactenus dictis hypothesis cartesiana satis refellitur: cometas nimirum stellas quasdam esse crustis obductas, atque obscuratas, quæ splendorem suum amiserint; ob idque à vorticibus vicinioribus abreptæ, atque ab uno in alium transmissæ, donec ad Saturni vorticem devenerint, in qua distantia à sole illuminatæ iterum fulgere cœperint. De vorticibus quidem statim sermonem instituemus: quibus tamen Cartesio permissis, nihilo melior hypotesis cometarum ejusdem evadit. Incerti enim eorumdem essent motus, ac veluti pilæ à ludentibus huc illucque mitterentur cometarum vortices, nullo certo ordine ac lege: quod quam absonum à divina sapientia, ac orbis pulchritu-

dine, constantia, firmitate sit, nemo non videt.

CAPUT DECIMUM.

De causa motus corporum cœlestium.

587 Attigimus tandem maximum totius Physicæ scopulum, in quem impingere necesse est, qui peculiari systemati addicti, aut vortices, aut attractionem, aut magnetismum, aut impulsionem pro motuum cœlestium causa in physicam intrudere tentarint. Quodcumque enim tetigeris, ulcus est, maximisque difficultatibus systemata hactenus inventa obnoxia sunt; etiamsi cartesiani suos vortices sæpius sarcientes in diversas figuras mutaverint: newtoniani immensis calculis physicam conferciendo attractionem stabilire velut dogma crediderint; alii alia infelici semper successu tentantes, magnum supremi Artificis secretum divinari magis, quam rimari, præsumpserint. Præcipua ingeniorum commenta quam breviter ac dilucidè potero exponam; rationes siquæ sunt, quibus fulciantur, adducam; difficultates, quibus opprimantur, non dissimulavero; judicium cuique de his ferre liberum permitto. Neque verò in antiquorum obsoletis opinionibus referendis immorari æ oper pretium duco. Nam stoicorum ac peripateticorum opinio, quæ motum astrorum ad Deum referebat, veritatem quidem exprimit, quam nullus ignorat, nec id explicat, quod ambigitur. Iidem tamen stoici et peripatetici plures motum ab intrinseco, quo

agitentur, astris concedunt. Animalia se moventia esse, Pythagoræ, Platonis, ac si Balbo stoico in 2 de Nat. D. credimus, suorum etiam opinio fuit, quos etiam Origenes sequntus, damnatus fuit, in V. Synodo Œcumenica. Theologi peripatetici Angelis motum cœlorum commiserunt. Sed nos his obsoletis opinionibus omissis, ad philosophos recentiores veniamus.

§. I.

Systema pleni, seu Cartesii vortices.

588 Antequam ad singulares opiniones exponendas descendamus, prius, quæ in ore omnium habentur, atque in concessis dantur, ob oculos ponere est animus, ut et vera à probabilibus discernamus, et quid in quovis systemate exponendum incumbat explicemus. Et 1. quidem planetæ omnes ita circum solem moventur, et circum suos primarios satellites, ut quadrata temporum periodicorum sint inter se, ut cubi mediocrium distantiarum. 2 Areæ triangulorum, seu spatia percursa à radiis vectoribus in periodica revolutione, temporibus sunt proportionalia. 3. Plana singula orbitarum in quibus planetæ moventur, diversam habent inclinationem ad eclipticam, seu terræ aut solis orbitam. 4. Omnes orbitæ ad ellipsis figuram conformantur: et quod indè consequitur, planetæ modò accedunt, modò recedunt à centro communi motus, ita ut in periheliis, ac perigæis incitatius, in apheliis et apogæis tar-

diùs moveantur. 5. In planetis motus vertiginis observatur, quin revolutiones periodos aut distantiæ, aut magnitudini sit proportionalis. 6. Satellites circum primarius, et cum his circum commune centrum motus torquentur, quin unquam à principali recedant; ad motum circum centrum commune accedendo. Demum ea, quæ de gravitate Diss. 3, c. 5 disseruimus, præ oculis habenda sunt; quippe fundamentum astronomici ædificii jure habentur.

589 Jam Cartesius 1. Omnia cœlestia spatia materia fluidissima, quam subtilem appellat, replens (26), in multiplices vortices distribuit, in quibus planetas circum centrum commune agitari jussit. Figuram tamen horum vorticum; quam eorum pater circularem posuerat, recentibus discipulis in cylindricam convertere placuit. Ceterum in systemate solari magnum vorticem statuit Cartesius, qui ab occidente ad orientem planetas omnes abripiat. Intra hunc vorticem planetæ et cometæ propriis vorticibus includuntur, et cujuslibet vorticis proprio motu agitantur: nihil tamen prohibet, alios peculiares vortices intra principalem contineri, quod necesse fuit admittere, ut satellitum motus locum haberet. 2. Vorticis materia juxta leges impulsionis, à qua tantum motum haberi contendit Cartesius, ita disponitur, ut partes ipsius eam à centro distantiam nanciscantur, quam cujusque figura, ac moles permittit; neque enim eadem est omnium partium figura, densitas, moles: quare ad motum aptiores versus circumferentiam pelluntur, majore vi

centrifuga donatæ, reliquæ ad diversas à centro distantias pro aptitudine ad motum concipiendum disponuntur. Omnes tamen suo modo vi centrifuga per tangentem elabi nituntur, ut saxum funda circumactum quovis momento è funda recedere conatur. 3. Quare ex hac generali impulsione, et cujusque vorticis planetarii figura, densitate, volumine oritur collocatio planetarum in vortice solari: qui majores, densiores, ac maximè ad motum apti sunt, in remotiore à sole distantia statuuntur; rarioribus, atque ad motum minus aptis, partes centro viciniores occupantibus. En igitur per cartesianos gravitatis causam: motus scilicet impulsionis à fluido communicatus, qui juxta qualitates prædictas cuique corpori imprimitur, atque ab eo motu plus minusve incitato, ad centrum vorticis omnia truduntur. 4. Nam generales illæ leges vortici majori modò applicatæ, minoribus vorticibus communes sunt, à quibus omnia, quæ in ipsis accidunt phænomena, derivari etiam debent. Hinc per cartesianos nullum corpus grave est, ne materia ipsa subtili excepta: omnia enim juxta ipsos gravitant ab impulsione, qua motus communicatur.

590 Plura et gravia argumenta in systema vorticum intenderunt primum peripatetici, deinde newtoniani; qui postremi valentioribus armis instructi, ipsum se pessundedisse gloriantur. Et primò quidem cometæ magno vorticum malo in systema solare irruperunt, versus omnes plagas delati contra generalem vorticis di-

rectionem qui ab occidente in orientem eos abripere debebat, quum planè constet, plures directione ferri contraria. Deinde etiam in peculiares vortices planetarum irruunt, motibus sanè, qui deberent vortices planetarios dissolvere: quoniam aliqui ex eis quam vicinissimi corpori solari accedant, necnon inter Martem et tellurem, aut alios planetas pertranseant. 2. Orbitarum diversæ inclinationes ægrè admodum in systemate vorticum exponi queunt: multoque minus earumdem elliptica figura et collocatio planetarum non in centro, verum in foco ellipseos existentium. Perspicuum quippè est, impulsionem corporibus inditam, directionem unam tantum imprimere posse; quæ si varietur, ab alia impulsione, ab obstaculo incidente provenit quidem certè. Quam autem ex his causam inclinationi assignabunt cartesiani? Præterea hujusmodi orbitarum diversæ inclinationes, quæ generalem vorticis ductum non sequuntur, illius motum impedire, ut ab ipso extingui debent; ut in vorticibus in magno aquæ vortice excitatis, qui à majore ac prævalente ipsius motu tandem absorbentur, fieri videmus.

591 Antonius Ludenna validè contra newtonianam attractionem insurgit, pluribusque contendit, vires omnes, quas in natura cognoscimus, ab impulsione provenire. Unde si materia ætherea, inquit laudatus scriptor, in qua circumaguntur planetæ, ita constituta intelligatur, ut normaliter applicetur; certè omnis ipsius vis, et ejusdem in planetas actio in ipso-

rum mutanda directione impendetur, quin eorum vim et velocitatem immutet. Nihil ergo in hac hypothesi requiritur, nisi fixa et determinata materiæ positio et applicatio: quæ neque excedit Omnipotentis potentiam, nec opponitur naturis corporum, nec legibus ab Auctore naturæ constitutis et latis contradicit: quin et ita constitutam esse, et experimentis constat à viribus gravitatis petitis, et metaphysica etiam ratione. Etsi enim vis gravitatis et motum inducat, et retardet; tamen, ipso computante Newtono, Sect. II. de invent. vir. centrip. vis centripeta est in projectilium motu, omnemque mutationem directionis inducit.... Quamobrem et ipsa materia ætherea vis centripeta erit, vi cujus corpora cœlestia à propria directione deflectunt, iisdemque normaliter est applicata; quippe quæ nullam aliam in motibus cœlestibus mutationem inducit, unam si excipias mutationem directionis.

592 Omnia quidem benè conficta sunt; nonnullus tamen *mihi restat scrupulus, qui me malè habet*. A quonam rogo materia ætherea normaliter applicatur? A Deone? incidimus iterum in motum non mechanicum: Deusque sine ullo interventu hujus materiæ, lege liberrima hanc directionem corporibus cœlestibus indere potuit, ut continenter vi projectili et inflectente moveantur. Et quidem quum materiæ hæc per universum diffusa normaliter omnibus corporibus applicetur, id fieri oportet juxta directiones cujusque corporis proprias. Quomodo igitur eadem materia, tot directionibus oppositis,

cœlestibus corporibus applicatur, ut nullum sit, quod eamdem, ac alterum, directionem affectet? "Si contigerit, respondet citatus scriptor, ut materiæ æthereæ cohærentia in aliquo puncto varietur; sive id quidem diversitate quadam fluidi, sive conjunctione et vicinitate aliorum corporum, omnis profectò directionis mutatio minime constans, sed variabilis haberetur, omnisque figuræ descriptio prorsus irregularis. Ex quo fortasse irregularitates omnes petendæ sunt, quæ in lunæ præsertim orbita ab astronomis observantur." Verum hæc doctrina satis feliciter explicaret quasdam leves perturbationes, ut in exemplo adducto lunaris orbitæ indicantur. Motus tamen illi cometarum directionibus planè contrariis sibi invicem et planetis occursantium, quomodo ab eadem materia, eadem, ut puto, directione circumacta induci, queant, satis intelligere non possum. Quod si æther non in verticem, verum in aliquod centrum impulsus suos ubique exercere ponatur, quum hac vis constans ubique esse debeat, ac tantum ex massæ, quam impellit, mole variari; corpora cœlestia non ellipses, verum circulos describerent. In omnibus quippe punctis æquali inflecteretur vi; ex quo revolutio periodica circularis evadet, ut ni vehementer hallucinor, mihi quidem videtur manifestum.

593 Ceterum, ut insistit laudatus auctor, quamquam resistentia materiæ ætheræ, vi cujus corpora cœlestia à propria directione deflectuntur et aguntur in orbes curvilineos, constans et invariabilis sit, si in se ipsa comparari posset

tamen quia ipsius effectus solum ex sole valeat mensurari, ad ipsum profectò ipsius vis et actio referenda, ab eoque solummodo puncto computanda erit. Itaque nihil mirum est, quod non constans, sed variabilis deprehendatur, quod variabilem directionis mutationem inducat, et legibus à Newtono demonstratis evidentissimè subjiciatur. In nostris namque principiis vis omnis quamquam natura sua constans, et corporibus accuratè respondens, variabilis prorsus evadit, si ad aliquod centrum referatur, ac diversas quodammodo inducit proprietates. Quare immortalis Newtoni systema in astronomia retinendum, non quia vis centripeta in sole existat, sed quia vis centripetæ actio ex sole dumtaxat computari debet, ut quod geometricè demonstramus, observationibus cœlestibus confirmemus. Nullum quippe aliud punctum visibile est, si solem excipias, ad quod motus cœlestes referantur.

594 Verum causa est inquirenda, quæ hujusmodi corpora ad solem referat: neque enim id fortuito factum, existimandum est. Ipse enim Leibnitius hic cardinem difficultatis situm esse fatetur, "ut ostendatur, quomodo causæ motuum cœlestium à motibus ætheris, sive astronomicè loquendo, ab orbibus deferentibus quidem, sed fluidis oriatur." Et quidem nisi clarius mentem suam aperiat prædictus scriptor, quomodo hic æther normaliter applicetur motibus cœlestibus, ut tam diversi motus in eis generentur, hactenus mihi intelligere non licuit: idcirco aliis perspicacioris ingenii hanc provinciam remitto.

595 Circa vim projectilem alius etiam mihi scrupulus restat eximendus. Neque enim satis video, à qua demum causa proveniat. In cartesiano vortice materia circumacta vis projectilis et centrifugæ munus gerit; ab ea enim habet ut centrum fugiat, et ad ipsum impellatur; quoniam vorticis motus et centrifugam et centripetam vim sua circumvolutione communicat. In hypothesi tamen applicationis normalis materiæ æthereæ jam ponitur corpus vi projectili instructum, nec aliud ab æthere accipit, quam mutationem directionis. A quanam igitur causa hæc vis projectilis originem ducit? Sed hæc hactenus.

§. II.

Systema vacui, seu attractionis newtonianæ.

596 Omnia spatia mundana materia subtili implevit Cartesius, ut suos vortices stabiliret: Newtonus, ut corpora cœlestia vi attractionis moverentur, universum omni materia evacuavit, quæ ad globos systematum, eorumque atmosphæras non pertineat. Motus enim in fluido quocumque etiam subtilissimo sensim retardari, ac debilitari debet à resistentia, quæ etiamsi minima in quovis momento ponatur, tandem aliquando sensibilem effectum producat, necesse est. Hoc quasi præludium est newtoniani systematis; quod ut dilucidiore ac breviore methodo exponamus juventutis captui accommodata, filum, quo deductum est, ordine synthetico describam.

597 Ac I. Præter regulas generales motus

art. 95 traditas, has leges præcipuas gravitatis assumunt, ac pro basi fundamentali statuunt. 1. "Omnia corpora in se mutuo gravia sunt. 2. Gravitas ejusmodi proportionalis est materiæ quantitati. 3. Positis distantiis inæqualibus, nisus gravitatis sunt inversè ut quadrata distantiarum." Vide dicta Diss. 3, c. 5. Vim hanc, ait Gravesandus, gravitatem nominamus, considerando corpus, quod aliud versus spontè tendit; quia eo nomine vis hæc in telluris viciniis donatur. Considerando autem corpus, ad quod aliud tendit, vim hanc vocamus attractionem: nam quum omnis gravitas sit reciproca, corpora versus se mutuo gravitare, idem significat, quam corpus se mutuo attrahere aut ad se mutuo spontè tendere. Nominibus *gravitatis* et *attractionis* eumdem effectum designamus. Effectum hunc pro lege naturæ habemus, quia numquam fallit, et hujus causa nobis est ignota; et ex legibus notis minimè deduci potest.

598 II. Concipe solem, et Mercurium in aliqua ad invicem distantia collocari: ex lege gravitatis ad se mutuo accedent; sol quidem insensibiliter ad Mercurium, quum ejus massa immensum ferè alteram superet: Mercurius verò magno impetu in solem irruet, et quidem majore quam tormentum bellicum sursum projectum in terram labitur, illique adhæret. Verum si globum hunc à tormento horizontaliter excussum concipiamus æquali vi projici, ei qua ejus gravitas illum versus tellurem trahit, semper se agitatum ire, orbes continuenter descri-

bendo, quales à luna circa terram fieri videmus, perspicuum est. Pari modo Mercurius, si nulli motui præterquam gravitatis nisui obediret, in solem irrueret. Fac ipsum motu projectionis simul donari ea lege, ut qua vi in solem tendit, ab ipso retrahatur, ut ellipsim describat; perspicuum est ex legibus motus compositi, orbes continenter descripturum circum solem (186); quos etiam perennabit, dum utraque vis, seu nisus illum exagitet.

599 III. Id, quod in Mercurio modò fecimus, jam ipso circum solem gyrante, fingamus in Venere fieri: ex gravitatis lege uterque planeta et solem versus, et invicem gravitare debent; simulque vi projectionis addita, ne in solem labantur, retrahi, et ad motum curvilineum determinari (184). Turbabit quidem nonnihil gravitatio in Mercurium, et hujus in Venerum utriusque motum: at quoniam solis massa enormis est respectu utriusque, et vis projectitia optimè attemperata est vi gravitatis, nisus hujusmodi ferè eliduntur à prævalentibus virium centralium pulsibus, quin unquam ab incepta semita retrahantur.

600 IV. Eodem modo, quo Mercurii et Veneris motus hactenus exposuimus, terram cum luna circum solem projectam concipe (Newtonus quippe, ut etiam Cartesius tellurem circum solem torqueri, cum Copernico ponunt): haud dubium quin effectus motus curvilinei in proximioribus soli planetis descripti etiam in tellure sequentur, quoniam causæ eædem ponuntur: quod pariter ad superiores planetas

Martem, Jovem, Saturnum, Uranum, imò ad cometas omnes, qui veri planetæ systematis solaris existunt (577), extendere oportet. En igitur causam motuum cœlestium per Newtonum; universalem nimirum *gravitatem* seu *attractionem* et *vim projectionis*: per primam omnes planetæ in solem gravitant, quoniam omnes simul massa superat, estque in centro collocatus aut circum centrum ipse se torquet, parum ab illo remotus: ab altera per lineam rectam in immensum abirent, nisi à gravitate ad solem retraherentur, ab ipso attracti in ratione directa massarum et inversa duplicata distantiarum à centro, ut fert effectus gravitatis.

601 V. Quoniam attractio mutua est, etiam sol ejus effectus persentire debet; hinc est, quod sol tantillum agitetur, ac exiguus motus in illo sequatur pro vario planetarum inter se situ; qui semper pendet à motu jam acquisito, et vi qua turbatur ex attractione memoratas quæ omnibus momentis mutatur, juxta varia, astrorum positiones.

602 VI. Secundarii planetæ in primarios ex lege universalis gravitatis ferri debent, et circum ipsos moveri, perinde ac si quiescentes forent. Sic luna in terram gravitat; satellites Jovis, Saturni, atque Urani in hos feruntur; dum motu projectionis ad ellipses describendas circum ipsos determinantur. Attamen quum ipsi non quiescant, sed circum solem á vi projectionis et gravitatis rotentur; necessariò illos abripiunt, ac secum ad motum ipsum curvilineum circum principalem determinant.

603 VII. Verum ab actione solis secundarios ad se trahentis, eorumdem orbita nonnihil turbari debet. Nam in revolutione periodica circum principalem, quandoque attractio solis cum attractione principalis conspirat, atque adeo fortius ad illos tendere debet, quam dum contrariæ sunt, ac se mutuo elidunt, ut ex resolutione virium deflexio ferè nulla sequatur. Hoc maximè in luna valere, cujus vicinia ejusmodi turbationes sensibiles reddit, ostendunt newtoniani; atque ab ea ipsum systema planè confirmari non dubitant. Et quidem motus lunares, qui antea indomabiles astronomis ferebantur, adhibita attractionis theoria penitus conciliari asserit Landius; qui pro attractionis systemate sequentia phænomena pugnare contendit, tamquam totidem demonstrationes, quarum quælibet satis esset ad attractionem stabiliendam, etiamsi reliquæ ignorarentur.

604 1. "Æstus maris, quem fluxum ac refluxum vocant, qui vis singulis diebus argumentum præbet oculos nostros feriens, *quodque manibus etiam posset attrectari* (verba sunt Landii) pro attractione lunari, cujus phænomena mirè cum solis ac lunæ attractionibus cohærent, ut suo loco ostendetur. 2. Lunaris orbitæ inæqualitates, quæ perspicuè ab attractione solis dependent. 3. Motus planetarum circum solem, qui semper hac lege eduntur, ut cubi distantiarum sint, ut quadrata temporum periodicorum (477). 4. Figura elliptica orbitarum tum lunæ circum terram, quum etiam planetarum, et cometarum circum so-

lem (479). 5. Æquinoctiorum præcessio (472). 6. Nutatio axis terrestris ab attractione lunæ proveniens (473). 7. Inæqualitates, quas Jupiter et Saturnus, imò omnes planetæ juxta diversas positiones producunt, quando invicem accedunt, atque ab omnibus astronomis observantur (600). 8. Miræ inæqualitates cometæ anni 1759, cujus postrema revolutio periodica 580 diebus productior fuit quàm antecedentes; quæ retardatio adamussim respondet calculo attractionis Jovis et Saturni in ipsum cometam exercitæ. 9. Complanatio ad polos in Jove maximè, et tellure observata (254). 10. Attractio altissimi montis *Chimborazo* dicti in *Andibus* Peruvianis in filum pendulum seu libellam Buguerii et Condaminii, dum inibi observationes instituerent ad dimetiendum gradum latitudinis terrestris sub æquatore (256); quod filum plumbo, ut moris est, instructum ad perpendiculum 8″ declinare ad partem montis observarunt; quod etiam in Alpibus, et Pirenæis tentamen institutum cum prædicta observatione congruere deprehensum est. 11. Diminutio obliquitatis eclipticæ; et 12. Qui ejusdem effectus est longitudinis, et latitudinis variatio in stellis fixis deprehensa (473). 13. Motus *apsidum* (455) in planetis, ac præcipuè in lunæ apogæo (543), qui nullo diffitente in cœlo observatur. Et 14, quod cum præcedente phœnomeno connexum est, motus seu variatio nodorum omnium planetarum, maximè lunæ, quæ adeò observabilis in hoc postremo planeta est, ut nono quoque anno ejus orbita inverta-

tur, ac 10 grad. distans ab eis stellis pertranseat, duas novem ante annis occultabat in transitu. 15. Demum inæqualitates lunaribus similes in satellitibus Jovis præsertim observatæ.

605 Exposita phœnomena, insistit Landius, magnam partem inexplicabilia sunt in hypothesi pleni et vorticum. Quumque et illa existere, et maximè cum attractione congruere, ostensum sit; plane convincitur falsitatis cartesianum systema. Nemo unus geometra, aut astronomus mediocriter in his phœnomenis, et recentibus theoriis instructus invenietur, qui systema pleni et vorticum recipiat, aut newtonianam attractionem rejiciat. Celebres quidam physici universalis attractionis leges à causa impulsiva, fluido, aut motu atomorum derivare conati sunt. Verum provectioresne ab his conatibus inveniemur in physicis? minimè quidem; nam adhuc causa hujus motus primitivi exponenda remaneret: causæ autem primitivæ humanum captum prorsus effugiunt." Astr. Com. art. 999. Ceterum præcipua quæ contra attractionem militant argumenta non dissimulabimus; responsionibus etiam expositis, quæ à newtonianis adhibentur, ut quilibet judicium exerceat, partibus auditis.

Argumenta contra expositum systema.

606 Arg. 1. "Ex Newtoni principiis luna decideret in solem. Nam massa solis ex Newtono massam telluris 227512 vicibus superat

(imo ex Landio 365412); sol autem à tellure distat vicibus 330 magis, quam luna: igitur si attractio est ut massa, et inversè ut quadratum distantiæ, quando luna soli conjungitur, habita ratione inversa quadrati distantiæ minùs attraheretur à sole, quam à terra, vicibus 108900, quia $330 \times 330 = 108900$; ut habita ratione directa massæ solaris, attraheretur à sole 227512 vicibus magis, quam à tellure; qui posterior numerus quum sit ferè duplus numeri 108900, profectò luna in solem caderet. R. Luna præter motum rationis circa suum axem, et revolutionis, quo circa tellurem convertitur, tertium motum habet, quo circa solem quotannis agitur. Postremo hoc motu luna cum tellure solis attractioni se subducit: ubicumque enim in sua orbita motu projectili ab occidente in orientem agitur; quo circa solem anno uno, ut tellus, defertur. Ergo luna, ut et tellus, hoc motu annuo perpetuò nititur à magna sua curva epicycloidali per infinitas curvæ hujus tangentes, aut secantes effugere, per quas omnes à sole recederet, nisi ab hujus attractione teneretur in prædicta curva. Deinde quamvis acceleratrix vis solis in lunam in conjunctione existentem, sit ad vim acceleratricem telluris in lunam ferè ut 9 ad 4; nihilominùs excessus hic aliundè compensatur. Nam dum sol lunam in conjunctione ad se trahit, tellurem etiam ad se accedere compellit; et vis acceleratrix, qua sol lunam ad se trahit; stat ad vim, qua tellurem ad se venire compellit, ferè ut 2355 ad 2344: quarè spatium, per quod ad solem tempusculo

illo accedit luna, se habet ad spatium, per quod tellus ad ipsum solem accedit; ut 2355 ad 2344, sive ut 9 ad 8 $\frac{95}{100}$. Itaque dum luna ad solem per spatium 9, tellus etiam ad solem, ac proinde ad lunam, quæ est in conjunctione cum sole, per spatium 8, 95 accedit: quarè luna à tellure tantum per spatium 9—8, 95 = $\frac{5}{100}$ = $\frac{1}{20}$ removetur. Rursus dum luna in conjunctione ad solem accedit per spatium novem, posuimus ad tellurem accedere per spatium 4. Luna igitur in conjunctione quamvis magis à solle, quam à tellure attracta, ad hanc tamen per spatium 4 — $\frac{1}{20}$ accedit. Luna igitur à tellure recedere non potest.

607 Arg. 2. Quum Jupiter ceterorum planetarum maximus solem inter ac Saturnum jacet, ex newtonianorum calculo vis Jovis trahens Saturnum est $\frac{1}{131}$ vis, qua sol eumdem Saturnum trahit; unde imminuitur distantia solis ac Saturni $\frac{1}{131}$ ob conjunctionem Jovis cum Saturno: sed horum planetarum conjunctio per duos ferè annos durat; igitur toto isto tempore Saturnus fiet Jovi, ac proinde soli proximior $\frac{1}{131}$: sed ab initio mundi ad hæc usque tempora ferè 300 Jovis ac Saturni conjunctiones contingerunt: igitur ferè 300.es distantia Saturni à sole fuit imminuta, ac continenter imminuetur: quumque nulla vis fingi possit, quæ hanc imminutam Saturni distantiam reparaverit, pro distantiæ enim imminutione crescit vis centripeta in solem; hinc est, quod orbita Saturni semper decurtabitur, donec cum Jovis orbita concurrat. R. In hoc argumento, ut in præc.

nihil æstimari vim projectilem, qua Saturnus huic attractioni se subripere tentat. Verum hoc etiam prætermisso, hujusmodi dicrepantia in orbita Saturni multis modis compensari potest; ex gr. ab Urani attractione, quem auctor hujus argumenti ignorabit, quum illud proposuit, aut à cometis supra Saturnum decurrentibus, vel demum à planetis aliorum systematum; quod etiam tenet, si argumentum in Urano instauraretur. Sapientissimus hujus fabricæ Architectus ita novit omnia temperare, ut quæ jacturæ nobis videntur, abundè suppleantur aliundè. Deinde si vis acceleratrix, qua Jupiter Saturnum trahit, stat ad vim, qua sol eumdem Saturnum ad se venire jubet, ut 1 ad 131, hoc idem est ac ponere, Saturnum dum ad solem accedit, aut ad Jovem in conjunctione per spatium 1 vi attractionis jovialis, accedere etiam per spatium 131 vi attractionis solaris: duabus igitur attractionibus computatis, Saturnus accedit ad solem 1+131=132. At vis acceletratrix, qua sol Saturnum ad se trahit, se habet ad vim, qua Jovem ad se trahit, ferè ut 541 ad 1820, seu ut 131 ad 440. Itaque dum Saturnus ad solem accedit per spatium 132 vi attractionis solaris et jovialis, Jupiter accedit ad solem per spatium 440 vi attractionis solaris. Quare tantum abest, ut minuatur distantia inter Saturnum et Jovem, ut citiùs augeatur parte 440—132=308.

608 Arg. 3. Sit ellipsis EHLO (fig. 52) cujus focus sit C à sole occupatus; quoniam vis centripeta est in ratione reciproca duplicata

distantiarum à centro, si supponamus portionem EC axis majoris esse duplam portione C*e*, vis in *e* erit quadruplo major vi in E: motus verò directio erit utrobique perpendicularis ad centrum C, et curva in arcu EHL accedit ad focum C; in arcu autem *ehi* recedit ab eodem foco. Si igitur vis quadruplo minor in E abducit planetam à tangente ST, eumque urget versus centrum C, vis in *e* quadruplo major urgebit multò vividiùs planetam ad focum C: ergo planeta non ascendet in *i*, sed accedet ad centrum C, sive in solem ruet. Igitur planeta à perihelio *e* numquam ascendet ad aphelium E. Si enim vis centripeta major vi centrifuga planetam adduxit in perihelium, jam eadem manens vis centripeta in eadem distantia, imò aucta in perihelio, non poterit superari à vi centrifuga multò minori; ergo non poterit planeta à perihelio ad aphelium ascendere; alias vis minor majorem superaret; quod nefas. Hinc aliud sequitur absurdum, planetam nempè in aphelio existentem, numquam rediturum ad perihelium: etenim ideò planeta ad aphelium ascendit, quia vis centrifuga, superans vim centripetam, longiùs abducit planetam; ergo vis hæc centrifuga facta major vi centripeta, numquam ab ipsa vinci poterit; ergo numquam ad perihelium redibit planeta; uno verbo, vel vis projectilis, et attrahens sunt invicem æquales, et circulum non ellipsim describet planeta; vel una alteram excedit, et sequetur planeta vis præpollentis directionem. Tandem curvatura orbitæ pendet à quantitate virium centralium;

sed eadem est curvatura orbitæ in aphelio, quæ in perihelio: eadem ergo erit in utroque arcu percurrendo vis planetæ centrifuga et centripeta. At diversa est utriusque arcus à centro virium distantia, adeòque juxta Newtoni principia est planè diversa vis centripeta in aphelio ac in perihelio; ergo falsa est tota Newtoni theoria. R. Landius. Planeta, qui in suo aphelio ex. gr. projicitur velocitate, quæ ad describendum circulum non sufficeret, seu quod idem est vi projectionis minore, ac sit vis centripeta, ad solem accedit: verum ad solem accedens, velocitatem suam auget, aliàs non essent areæ temporibus proportionales. Ponamus planetam confecisse 180 grad. à puncto projectionis, nimirum è puncto E ad punctum *e* (quæ puncta sunt apsides ellipsis), sive ad suum perihelium, in quo ejus distantia C*e* quadruplo minor sit distantia aphelii EC: ejus celeritas est quadrupla celeritatis apheliæ, quum velocitas augeatur in ratione inversa distantiarum: at celeritas, quæ in perihelio est necessaria ad describendum circulum, est tantum bis major, quam celeritas, quæ esset necessaria ad describendum circulum in aphelio, quoniam augetur tantum in ratione inversa radicis distantiæ: planeta igitur acquisivit ab aphelio descendens velocitatem duplam ejus, quæ ipsi necessaria foret ad describendum circulum, cujus radius C*e* æqualis esset distantiæ *periheliæ*. Quare à curva circulari deflectet, adeoque à sole recedit, ut versus aphelium ascendat ab *e* in *i*. Planeta igitur, postquam ad solem acces-

sit, ab illo iterum debet recedere. Quod ut clarius ostendatur

609 Ponamus ut antea, planeta projectum fuisse in E (fig. 52) velocitate minore, quam necessaria esset ad describendum circulum, cujus radius EC, ita ut ad descendendum compellatur, per orbitam magis depressam ad solem accedendo. Quum planeta accesserit ad punctum *e* in distantia quater minori, vis centralis sive attractio solis erit 16.es major, quoniam crescit in ratione inversa quadrati distantiæ; attamen vis centrifuga erit 60.es major, quoniam augetur, tum à prædicta diminutione distantiæ, tum à quadrato velocitatis: quæ certè in puncto *e* major est, quoniam planeta velocitatem acquisivit in descensu: itaque vis centrifuga tunc multò major est, quam centripeta; quare mirum non est, si planeta à sole recedat.

610 Instant. Si sumas punctum P, à perihelio *e* insensibiliter remotum, erit etiam vis projectilis major quam in aphelio, et tamen à puncto P adhuc planeta descendit in *e*, è quo incipit ascendere versus *h*: quumque *h* possit concipi æqualiter remotum ab *e*, sicuti ab eodem *e* abest punctum P, erit etiam in *h* vis projectilis 60.es major; propterea eadem vis projectilis in utroque puncto *h*, P, oppositos producet effectus: nempe in P rapiet planetam versus perihelium, in *h* verò eumdem planetam à perihelio abducet; quod absurdum est. R. Hoc argumentum simile esse illius, quo Zeno motus impossibilitatem probabat; illo ni-

mirum impetitur non tam attractionis theoria, quam motus ellipticus planetarum; quod phænomenon quum omnium judicio, imò oculis subjectum sit, quæcumque in illud argumenta intendantur, paralogismos esse, indubium est. Vires nimirum centrales gradus suos habent, et terminos usquequò intenduntur, ac remittuntur; ita ut vis crescens in ellipsi eo usque intendatur, donec ad angulum rectum CET, C*eo* componantur; quibus in punctis, sì vires perfectè æquales essent, ad circulum describendum inflecterentur: quum autem inæquales sint, ad ellipticam formam accedent, modo supra jam exposito, nisi velimus in re adeò seria, argutiis dialecticorum delectari.

611 Neque dixeris, subjungit Landius, planetam nom amplius ad solem accedere debere, quum vis centripeta, et centrifuga æquales fiunt: quod evenit in puncto L (fig. 52), seu in distantia media à sole. Tum enim ejus directio LO valdè obliqua est radio vectori LC, facitque angulum OLC nimis acutum, qui proindè in rectum statim abire non potest. Quarè semper magis ac magis descendet planeta, donec curvedo ejus orbitæ satis rotundetur, ut radius vector C*e* planetæ motui perpendicularis fiat: tumque integer excessus vis centrifugæ supra centripetam, in removendo à centro planetam, impenditur, quod evenit in puncto *e* ex diametro opposito puncto E. Deinde planeta è puncto *e* digrediens tantum tempus impendet amittendo excessui vis centrifugæ, quantum ipsi opus fuit, ut ipsum acquireret: ob idque

pars *ei* E ellipsis, per quam ascendit planeta, æqualis erit alteri EH O*e*, per quam descendit.

612 Verum ut clariùs id percipiatur, et doctrina virium centralium majore in lumine collocetur, sequens lemma demonstrandum est: nimirum "in ellipsi si radius vector C*i* facit angulum obtusum C*ig* cum tangente *ig* (Math. 523), celeritas corporis continenter minuitur: si fuerit acutus, augetur: denique quum ad angulum rectum pervenerit, cessat augmentum, aut diminutio præcedens." Nam. 1. Moveatur corpus ex A in B (fig. 53); CA sit radius vector, AD tangens ellipsim in puncto A; adeòque angulus CAB obtusus erit. Si recta CA producatur in F, per FA repræsentabitur vis centripeta, qua corpus in A sollicitatur (179); quæque in duas resolvi potest, F*o*, F*m*; ex his F*o* ad tangentem perpendicularis exprimit actionem vis centripetæ in puncto A, à qua corpus in orbita retinetur, ac F*m*=*o*A quum directionem habeat vi tangentiali contrariam, corporis velocitatem necessariò imminuit. 2. Moveatur corpus A versus D, ita ut radius vector cum tangente angulum acutum efficiat. Si resolvatur, ut modò fecimus, vis centripeta in F*o*, et F*m*; pars F*m* seu *o*A eamdem ac vis tangentialis AD directionem obtinebit, itaque ob utriusque conspirationem velocitas augebitur corporis. Demum 3. dum radius vector CE (fig. 52) C*e* eficit angulum rectum cum tangente ST vel *o*Z, vis centripeta in duas resolvi non potest, ut est manifestum; in illo igitur puncto neque augentur, neque minuuntur vires. Vide dicta art. 179,

613 His præmissis, insistunt contra præjactam doctrinam in solutione argumenti adhibitam. Si in apside major est celeritas, quam ad circulum describendum requiratur; ibi vis centripeta in apside summo major, in infimo minor esse deberet: at dum ad angulum rectum componuntur vires centrales, æquales sunt ex demonstratis: ergo falsa est doctrina tradita. R. Vires in apsidibus quoad positionem æquari, id exigente lege continuitatis, quum ex acuto ad obtusum angulum formandum transire linea nequeat, quin ad angulum rectum in decursu se componat: non tamen æquantur quoad efficacitatem, seu quantitatem celeritatis; tum enim circulus, non ellipsis describeretur. Hic ni fallor est sensus responsionis Horvathi. Vis hæc centrifuga (inquit laudatus scriptor) dupliciter considerari potest; in primis quatenus sumitur pro efficacitate removendi planetam à centro virium; deinde quatenus sumitur pro ea celeritatis efficacitate, qua removeret illa planetam ab orbita sua actuali, si vis centripeta non ageret. Priore modo sumpta vis centrifuga eo casu, quo vires sub angulo recto concurrunt; æquatur quadrato celeritatis diviso per distantiam à centro virium, id quod in apsidibus obtinet.

614 Instant tamen. Quum planeta in apside summo incipit ad solem accedere, celeritas minor est, quam quæ requiritur ad circulum describendum: pariter in apside infimo major, quam ad eumdem effectum obtinendum: ergo in aliquo puncto intermedio celeritates ita concurrent, ut circulus describatur, id exigente

lege continuitatis. R. Ita evenire in distantia media à foco ellipseos: verum ex dictis radius vector ibi ad angulum obtusum aut acutum se conformat cum vi tangentiali; adèoque circulus describi nequit, quum vires non solum æquales, sed etiam sub angulo recto ad id obtinendum concurrere debeant. Quare in puncto apsidum circulus non describitur, quia vires ibi æquales non sunt: in distantia autem media, etiamsi vires æquales existant, ad angulum rectum non conformantur: quare salva lege continuitatis, ellipsis, non circulus describatur, oportet.

615 Insistit adhuc. Orbita planetæ præfatis viribus circumlati non posset æquales curvedines in utroque apside producere. *Prob.* Esto distantia summi apsidis à centro virium duplo major altera infimi apsidis: in hoc gravitas erit quadruplo major, quam in summo: verum simpla gravitas non potest eamdem curvedinem, atque quadrupla, producere, ergo etc. R. In apside infimo gravitas quidem erit quadruplo major, quam in summo; ita tamen ut celeritas in imo sit duplo major, ac sit in summo: quare simpla eamdem efficiet curvedinem, quam efficit gravitas quadrupla, quia gravitas quadrupla concurrit cum celeritate duplo majore, ac sit illa, quæ cum gravitate simpla concurrit.

616 Argum. 4. In systemate attractionis plura phænomena non exponuntur, ut sunt motus vertiginis planetarum; intersectio orbitarum sub diversis angulis in zodiaco; motus in consequentia signorum, sive ab occasu in ortum, cet. R. Hoc malum commune esse syste-

mati vorticum, neque melius in magnetismo, aut quocumque alio explicantur. Hoc phænomena pendent à Dei voluntate, qui infinita intelligentia novit, qua directione, inclinatione, etc. planetæ projici deberent, ut motus constanti uniformitate peragerent. Fortasse etiam hoc pendet à connexione cum aliis fixarum systematibus, quæ quum remotissima sint, nostras eludunt speculationes.

617 Habes celebrem attractionis sententiam, prout elementares institutiones, decet absque longis calculi ambagibus expositam; rationibus tamen physicis propugnatam, atque impugnatam. Quod si à me quæras, quid demum de ejus veritate sentiam? Jam art. 217 præfatus sum, me in gravitatem universalem, tanquam legem naturæ universæ impositam, satis propendere. Procul tamen facessere vellem *attractionis* nomen, quod nescio quid occultæ qualitatis præsefert, etiamsi sæpius newtoniani repetant, per attractionem se gravitationem mutuam corporum intelligere. Sanè gravitas effectus est in natura visibilis, constans, apud omnes receptus, quæcumque demum sit causa, à qua originem ducat. Neque dissimulavero, plurimum negotii facesse lucis per omnia pertinentem diffusionem; atmosphæræ solaris amplitudinem ad terram usque se protendentem, quin in ipsam, aut planetas intermedius relabatur magna ejus pars, quæ majore nisu ob minorem distantiam in ipsos ferri deberet. Quare semita illa tenenda, quam prudenter Hirius, referente atque approbante Monteiro, inculcabat astronomis,

rem scilicet quantum licet ex puris observationibus deducendo, et per observationes examinando.

§. III.

De universalis electricismi systemate.

618 Vorticibus cartesianis, ac newtonianæ attractioni electricam vim substituere excogitavit Monteirus, à Brancas, Perrier, et Saintignon ad id excitatus, in quorum partes concedit Hervas (*Idea dell' universo tom. XIII c.* 1). Summa rei hæc est. Magnetes, quibus telluris globum accensent, suas circum se habent atmosphæras, intra quas alios magnetes ad se trahunt. Gravitas igitur universalis ab universali *magnetismo* repeti etiam posset. Nam in magneticis polos, axem, directionem, ut in acu nautica observamus, cujus axis parallelus telluris axi continenter retinetur. "Tellusne igitur quæ est verus magnes, in terrenis corporibus gravitatem ea virtute efficit? Ipsa ne etiam pari vi in solem magnetismo trahitur, et axem parallelum servat? Si hæc tandem probari possint, tum verò gravitatem universalem mechanicam, seu materialem haberemus; cujus beneficio una cum primitiva projectione corporum cœlestium à Deo posita, per spatium fluidissimo æthere elastico plenum, tentari tandem posset mechanica motuum cœlestium causa à cartesianis vorticibus et attractione diversa."

619 Ceterum magnetica vis cum electricitate quamdam propinquitatem habet: corpus elec-

tricum, puta sphæra vitrea, suam atmosphæram circum diffundit, quæ densior aut rarior pro diversa corporis magnitudine ac natura existit. Intra ejusmodi atmosphæram levia corpora attrahuntur: vix tamen superficiem attingunt, ab illa repelluntur quandoque etiam itus et reditus motu quodam oscillatorio continuant, dum materia electrica in motu perseverat. Quin etiam videmus corpora quædam pendula circa globum electricum perseverare. Si ergo corpus ita constitutum, atque adeo ab sphæra attractum projectionis motu ageretur, haud dubium, quin curvam circum ipsum describeret, si projectio attractioni attemperaretur. Imo hujusmodi corpus pendulum, globum electricum circumducendo, ad integras revolutiones peragendas adactum fuisse, scimus.

620 Atqui globus terraqueus electricus est, cujus electrica virtus per totam atmosphæram diffunditur. Simillimum autem veri est, materiam electricam ignem esse elementarem, sive ætherem undique diffusum, ex cujus agitatione lucis phænomenon oritur. Si ex his principiis, notisque materiæ electricæ effectibus phænomena cœlestia explicentur; tum verò universalis electricismus cœlestium motuum causa satis erit probabilis. Igitur intra hæc mundana spatia, fluido æthere, seu igne electrico plena, stellas seu soles, creavit Deus. Sol itaque noster, igneus globus, vehementissimum habet intestinum motum, quo illius partes cientur: verum ab æthere elastico quum sint repulsæ, ab ipsoque vicissim impulsæ, oscillatorio quodam

motu universa systematis solaris materia incitatur; eo modo, quo in electrica materia terrestri fieri videmus. Si ergo intra hujusmodi spatia, æthere electrico à sole excitato referta, corpora aliqua communicatione electrica constituantur; illa ad solem accedere, et recedere, aut etiam in æquilibrio circa solem ipsum inter attractionem et repulsionem subsistere possunt. Hic verò casus est planetarii systematis; terra, planetæque alii, et cometæ sunt amplissima corpora medio hoc in fluido immersa, atque igne electrico circumdata. Quoniam igitur illa circa solem rotantur, vis alia addita sit oportet, cujus attemperatione motus ille compositus producatur; quæ alia à projectione esse non potest. Effectuum itaque analogia, idearum deductionem nobis suppeditat, qua in universalem electricismum delabamur; eoque, projectione posita, attractionem materialem invenimus, quibus duobus causis mechanicis phænomena cœlestia peragantur, et explicentur.

621 Quare 1. Terræ descensus seu motus oscillatorius ab aphelio in perihelium et vicissim, notus est electricitatis effectus antea indicatus. 2. Fluidum perfectè elasticum, quod et à fronte agat, et à tergo se restituat, corporis motum retardare non potest. Et hinc perennis tum revolutionum motus, tum perihelii et aphelii alternata successio. 3. Quum vires in ratione inversa distantiarum à centro decrescant, singuli planetæ in iis distantiis à sole volvuntur ubi electrici æquilibrii ratio postulat; ut de corpore in aere sustentato ab electrico

globo antea retulimus. Planetæ autem semel in æquilibrio positi, ab ea distantia amplius recedere non possunt. 4. Quilibet planeta peculiarem habet atmosphæram, quæ cum generali fluido non permiscetur; quod electricis, ac etiam aliis corporibus terrestribus commune est: eademque cum suo planeta in respectiva æquilibrii distantia rotatur ob motum projectionis utrique communem. 5. Iisdem legibus, mechanismo, ac ratione secundarii planetæ, atque primarii circa solem, circum principales volvuntur. 6. Parallelismus axis terrestris à projectionis modo ac directione dependet: secundum planum sui æquatoris semel projectus, eamdem directionem observare semper debet: axis proinde ad directionis, et projectionis planum semper est perpendicularis et sibi ipsi parallelus. 7. Per æquatorum igitur semper incederet, nisi alterna 6 mensium oscillatio ad tropicos alternè adduceret; et quæ à projectione incepit, ab electricitate servatur. Tellus nimirum magna vi secundum æquatorem projecta, exigua verò secundum axem, motu composito eclipticam viam describere debuit: terra in Cancri tropicum delata, ejus æquator à radiis solaribus electricis directis declinat, extra illos jacens, ad eos igitur electricitate iterum adducitur: sic abducta in alterum tropicum, et ob primitivam projectionem semper manentem, et ab electricitate iterum reducenda, repellitur.

622 8. Telluris motus ab occasu in ortum circum centrum se torquendo, non difficulter explicatur, vel à directione, quæ per lineam

centralem exactè non fiat, unde se convolvere debet, ut in sphæris projectis passim observamus: vel quia densior est planetæ pars inferior solem respiciens quam superior, et hinc telluris vertigo: vel quia planetæ centro in electrici æquilibrii distantia posito, globi pars inferior repelli, superior adstrahi à fluido electrico debet, ex qua etiam actionis inæqualitate vertigo oriatur oportet. 9. Ad explicandum phænomenon in luna observatum, quod nimirum eamdem faciem telluri semper obvertat, satis est, quod alterum lunæ hemisphærium sit altero magis electricum: tum enim ex phænomenis in electris observatis primum centro electrico semper obvertetur. Quod etiam centralis projectionis potest esse consequentia, si linea directionis per lunæ centrum transeat. 10. Præcessio æquinoctiorum ab oscillatione æquatoris terrestris provenire potest. Terræ æquator extra radium directum solis in Cancro positus, solem directè non respicit, inde igitur versus radium directum ad æquatorem sphæræ, ab illoque in alium tropicum, in obliquam scilicet directionem transgreditur. Oscillationis medium est æquator sphæræ, circa quod motus oscillatorius acceleratur: propè sectionem igitur vernam, et autumnalem nonnihil celerius æquatorem secat, quam sublata acceleratione secaret. Hæc tamen acceleratio, neque revolutionis diurnæ, neque progressionis per eclipticam propria est; sed ad oscillationem tantummodo à tropico ad tropicum spectat, quod diligenter notare jubet laudatus auctor, qui etiam brevi

anacæphaleosi argumenta pro sua opinione collegit.

623 "Brevissimum, inquit, habes systematis universi viribus electricis explicati specimen.... Estne illud verum? Id verò de quocumque humano circa universum systemate quæri semper poterit, et hisce capitibus probari posse videtur. 1. Ex causa vera et sufficiente, ex illius causæ effectibus similibus, hoc est analogia. 2. Ex totius rei simplicitate. 3. Totum est mechanicum et materiale. 4. Vortices declinantur. 5. Attractio non materialis, vacuum universum non admittuntur. 6. Gravitatio tamen universalis mechanica et materialis ponitur. 7. Ad unam igitur causam notam materialem totus universi cardo reducitur. 8. Ex una parte attractio mechanica et materialis, illiusque causa universalis statuitur, quod in newtoniano systemate desideratur : ex alia verò omnes illæ geometricæ constructiones, quibus newtonianum systema meritò commendatur, hic maximè locum habent. 9. Clarè et spontè in hac deductione explicantur aliqua, quæ in nullo alio systemate exponuntur. Rem tamen totam tibi decernendam relinquimus. "Tom. 4. Phys. lect. 16. Hæc quum essent dicta ita discessimus, ut aliis pleni disputatio verior ; mihi universalis gravitatis ad veritatis similitudinem videretur esse propensior ;" ut cum Tullio, libros de Natura Deorum concludente, hujusmodi tractationem absolvam.

CAPUT UNDECIMUM.

De astrorum influxu.

624 Vetus opinio est, jam usque ab heroicis ducta temporibus; eaque et veterum philosophorum, et omnium rusticarum gentium firmata consensu, versari in rerum naturam quemdam astrorum influxum, qui et beneficos quosdam effectus quandoque pariat, et plantarum vegetationi, corporum valetudini, aeris temperationi plurimum noceat; imo et in animos hominum, futurosque eventus, tum naturales, quum etiam civiles, suam exerceat potestatem. Hinc astrologia judiciaria ortum duxit, non solum Ecclesiæ sententia damnata, verum sapientum etiam antiquorum calculo rejecta, et contemptu derisa, ut in libris de Divinatione, et de Fato in Tullio videre licet. Utiliorem operam navasset venustissimus poeta Manilius, si totus fuisset in confutandis Lucretii placitis, quem irridet, et impugnat quandoque, quam in exponendis astrologiæ dogmatibus, in quo tempus, ac nitidam poesim malè consumpsit. Ceterum quod ad præsentem tractationem attinet, antiqua illa de siderum, ac præcipuè lunæ influxu apud rusticos et vulgus nata opinio, ad doctos etiam sensim irrepsit: aut certè post philosophiæ ortum ab ipsis nullo examine fuit retenta. Unde nihil mirandum ad sensum vulgi antiquos scriptores rei philosophicæ, medicæ, et agrariæ in suis operibus

loquutos fuisse. Quin etiam post philosophi, instaurationem, quum à benè multis physicis, tum maximè ab historiæ naturalis cultoribus. Rohaultio, Quintinie, Reaumurio, Buffono per plures annos experimenta instituta fuissent, ex quibus lunares phases minimè in vegetationem influere compererunt; ecce tibi Mead, ac novissimè Toaldus, qui lunæ influxum restituere, pro virili parte conati sunt. Quid in re præsenti nobis occurrat, sequentibus propositionibus aperiemus.

625 Proposit. I. "Stellæ, ac planetæ superiores nullum influxum in corpora terrestria exercere possunt." Mitto astrologiæ vanissima somnia, quæ jam à nullo cordato homine admittuntur, ac inter aniles fabulas relegantur: multoque minus in animos nostros influere, à theologia ac metaphysica habemus, ut ibi explanavimus de fato ac libertate loquentes. Quare hoc perbrevi ratiocinio propositum ostendo. Hic influxus aut ab effluviis ab stellis ad nos descendentibus, aut à luce transmissa, aut denum à gravitatione in terram proveniret. Primum est manifestè falsum, quum in nulla ex opinionibus, seu pleni, seu vacui aut etiam *magnetismi electrici*, locum habeat hujusmodi effluviorum emissio: alterum pariter luce ipsa clarius est, quippe tenuissima filamenta lucis ab stellis, aut emanatione, aut vibratione ad nos venientia, nullum calorem aut motum in terra excitare, animadvertitur: denique idem ad gravitationem, quod tertium erat, extendendum est, quoniam stellæ, ac plane-

tæ superiores ab enormi eorum distantia nullam possunt in systema solare aut globum terrestrem gravitationem sensibilem exercere.

626 Proposit. II. "Influxus ille massæ lunari tantum concedendus videtur, qui à gravitatione seu pressione in atmosphæram terrestrem provenire potest : reliqui autem omnes effectus, qui lunæ tribuuntur, nulla satis valida observatione firmantur." Prob. 1 prop. pars. Æstus marini si à luna proveniunt, vel attractione, prout newtoniani se exprimunt, vel gravitatione terræ in lunam, vel pressione materiæ subtilis aut vorticis lunaris fieri debent: in quacumque autem sententia influxus hic ab omnibus admittitur, atque in causa ponitur hujusce phænomeni: quare nihil est cur in hac parte amplius demonstranda immoremur. Itaque quod ad alios effectus attinet, si qui alii essent, quos lunæ tribuendos duceremus, vel ab effluviis inde derivantibus, vel à lumine reflexo à corpore lunari provenirent; neutrum autem asserere fas est: quod sic ostendo. Quæcumque effluvia è globo lunari subleventur, intra ipsius atmosphæram retineri debent, ac deinde in ipsam relabi, ut in globo nostro fieri videmus. Nisi enim retinerentur, sensibilis diminutio in globo lunari per tot sæcula copiosissimas particulas emittente, observari debuisset; quod quum à vero procul sit, nulla corpuscula ad nos lunam remittere, extra dubium est. Denique exquisitis tentaminibus radios lunares, *lentes ustorias* adhibendo, ac multiplicando, Hokius, Hirius, aliique collegerunt

adeo vividos, aut acies oculorum velut à sole obtunderetur; nullus tamen motus in termometro ab ipsis fuit observatus, etiamsi diuturnum tempus in lentis foco retineretur: nullum igitur effectum sensibilem in terram, plantas, animantia radii lunares possunt inducere. Et quidem ex Bouguerii calculis lunaris lux ad solarem se habet in densitate ut 1 : 3000000; quare mirum non est, in lente ab Hirio adhibita, ac lucis radios 306.es condensante, nullum fuisse motum animadversum in termometri ad ipsam applicatione.

Oppositiones contrariæ explicantur.

627 *Opponit* 1. Toaldus. Altitudines, quæ observantur in barometro, multum à lunæ phasibus dependent, ut ipse se observasse testatur: ergo influit verè luna in terram. R. *neg.* observationem, aut certè eam in dubium revocando: nam Lambertus contrarium ait se observasse 11 annorum spatio. Quare nisi extra aleam posita phænomena pro lunæ influxu adducantur, nullum argumentum satis validum pro influxu lunari pugnabit. Deinde admissa observatione Toaldi, contra propositionem nostram nihil deducitur, quoniam hujusmodi variationes in barometro à lunæ attractione laudatus auctor derivat. Instat, auctoritate Arístotelis et suis experimentis constare, noctes plenilunio propiores magis temperatas esse, quam novilunii tempore: ergo falsa est probatio à lumine lunari minimè calefaciente terram deducta. R. facetè Altierus, mirum esse hanc lu-

narem hiemem, et æstatem solo Toaldi termometro exploratam fuisse, nullum verò aucti caloris indicium apparuisse in Amontonensi, et Farenheit termometris, in quæ lux ope ustoriæ lentis, aut speculi collecta, ac nimium condensata agebat. Quare lux à globo lunari reflexa inepta prorsus censenda est ad effectus sensibiles in atmosphera et massa terrestri excitandos.

628 *Oppon.* 2. Universalis est agricultorum usus, ab auctoribus antiquis rem agrariam tractantibus commendatus, phases lunares observandi, ad legumina, olera, flores, fructus pinguiore mole ac succo pleniore colligenda: hic autem usus, nisi experientiæ quotidianæ effectibus comprobatus fuisset, non adeo inter homines prævaleret: ergo ab experientia id confirmari credendum est. R. *neg. min.* arduum semper fuit inveterata præjudicia ex hominum maximè rusticorum animis funditus extirpare; quare nihil mirandum, si inter agricolas, vinitores, olitores, etc. etiamnum mos hujusmodi retineatur, atque ipsorum attestatione eventus comprobentur. Quintinie et Normand hortorum regiorum in Gallia custodes contrarium prorsus se expertos fuisse testantur, postquam 40 annorum spatio tentamina iterassent; quibus si Reaumurium, Plucheum, Buffonium, Philippum Arena 2. tom. de cultura florum, qui exactissimus in suis observationibus habetur, aliosque addas, horum auctoritate asserere nobis licebit, antiquos rem parum attentè examinasse, ac receptam opinionem nullo ten-

tamine facto ad suos libros transtulisse. Idem de cædendis lignis asserunt laudati auctores, quæ si vere aut æstate recidantur, quamvis novilunii aut decrescentis lunæ tempore fiat, cariem contrahunt ob humorem copiosum, et succum nutrititium per arborum fibras circulantem, qui recisa arbore intus remanet, ac putrescit. Hieme verò aut autumno, quum fere nullus ascendat succus, opportunè ligna cæduntur, nulla carie corrumpenda, etiamsi plenilunio amputentur. Hoc jam Vitruvius architectus monuerat, quod indicium est, non adeo phases lunares observatas fuisse ab antiquis, ut saniora consilia lunæ phasibus non prætulerint.

629 *Inst.* Ulloa referente in historia suæ peregrinationis cum mathematicis gallis ad dimetiendum gradum meridiani in Æquatore, arundines americanæ sub zona torrida luna crescente aquoso humore complentur, senescente evacuantur atque siccæ inveniuntur: hoc phænomenon nostris americanis sub calidiore climate degentibus satis notum est, atque hæc certiora sunt quam illa, quæ apud rusticos feruntur. R. Monteirus auctoris testimonium, atque observationem admittens, hæc tamen ait: oppositæ opinioni non favent, neque nostram infringunt. In noviluniis enim plena esse deberent arundinum internodia, perinde ac in pleniluniis observantur, ut phænomenon lunæ influxibus faveret. In noviluniis enim, et pleniluniis sunt vires lunares *absolutè* maximæ, in quadraturis autem *absolutè* minimæ: duplex igitur deberet

esse in singulis lunationibus plenitudinis, et evacuationis periodus, quod est ipsi observationi oppositum. Deinde una vel'altera phænomeni observatio nequaquam ad id evincendum sufficit. Per plures annos rem observare opus esset, atque insimul demonstrare, nulli alteri causæ effectum tribui posse. Quod semel, aut iterum accidat, hoc est una, vel altera lunatione, nil mirum est; ut in febribus, menstruo mulierum fluxu, aliisque sexcentis evenire solet. Ut observatio aliquid conficeret, per plures annos eadem semper phænomena lunæ conformia observari deberent: idque data opera, remque et circumstantias omnes examinando, non obiter tantum, et aliud agendo observationibus comprobare, quod reapse phasibus lunaribus effectus respondeat, ac demum inquirere, num in omnibus internodiis phænomenon locum haberet. Quid enim si in aliquibus tantum edatur? Omnia hæc in allata observatione desiderantur, quæ ut intentum probaretur, explorare opus fuisset. Æstus marinos innumeris observationibus, quas instituerunt physici, geographi, mathematici, semper et ubique terrarum lunaribus phasibus respondere compertum est; et tamen à quamplurimis quidem lunæ talis effectus tribuitur; à nonnullis verò latentes aliæ causæ assignantur, ut suo loco videbimus. Quarè præfata observatio intentum nullo ex capite hactenus convincit.

630 *Oppon.* 3. Testacea marina, ut conchylia, ostreæ, imò et astaci, ac pisces omnes, luna crescente, implentur succo ac sanguine;

senescente macra sunt, ac deplentur, maximè in ultima quadratura, Horatio teste; *lubrica nascentes implent conchylia lunæ:* ergo marinos æstus imitantur, qui à luna proveniunt. R. *neg. ant.* cum Rohaltio, qui postquam rem attentè examinasset, testatur, omni fundamento destitutam reperisse, ostreasque, conchylia etc. eodem die è mari extractas attentè observando, alia quidem vacua, alia plena, alia mediocri succo referta notavit. Et quidem si hæc vera forent, omnia animantia, homines etiam hujusmodi vicissitudines sentire deberent: nam etiam in vervecibus idem evenire vulgaris opinio est. Falsò inquit Rohaltius, animalium ossa crescente luna, medullæ plena esse; vacua senescente. Hanc rem quum ampliùs 25 annis observaverim, alia ossa medullæ plena, alia vacua juxtà crescente, atque senescente luna, semper reperi. In vervecibus, qui Parisios transferebantur, ex longinquis provinciis, plerumque ossa vacua observasse testatur laudatus auctor, ob defatigationem itineris, atque alimenti tenuitatem. Hoc sanè in piscibus evenire potest, qui mare agitato capiuntur; ut propter contentionem, aut alimenti defectum, quem rapto viventes sæpius experiuntur, succo destituti inveniantur: dum qui tranquillo mari prædam facilè nanciscuntur, pleniores ac vegetiores sint necesse est. Guatimalenses murices eadem phænomena edere asserit Raphael Landivar more poetico rem adornans, in sua *Rusticatione Mexicana*, Prædio rustico Vanierii meritò comparanda.

Tu prius abruptis vellas quam cautibus ostrum,
Suspice num Phœbæ lumen reparata resumat,
Exactosque dies primo lucentis ab ortu.
Purpureo siquidem replet conchylia fuco,
Ardua quum crescens extollis cornua, luna.
Si verò defessa suos contraxerit ignes,
Tardaque cornigero sensim fulgore senescat,
Desine spumosam reptare per aspera concham,
Ni velis ingratum frustrà tolerare laborem.

Lib. 4. *v.* 232.

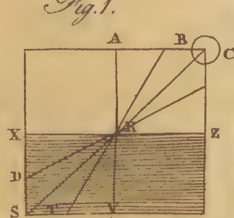
Hæc, inquam, ut de arundinibus disserebam, non sermoni vulgi æstimanda, sed philosophicis oculis, ac tentaminibus sæpius iteratis inquirenda forent, ut et phænomeni circumstantiæ omnes, et ab his latentes causæ deducantur. Nam si analogam cum marinis æstubus causam assignes, bis in mense impleri deberent murices, quum marini æstus maximi in syzigiis bis in mense observentur. Quod si lunaribus radiis id tribuas, occulta virtute id fieri, non physico caloris motu, ut in vegetatione usuvenit plantarum à solis radiis promota, fatearis, oportet: quod nescio an post qualitates occultas exsibilitas, quisquam patienter excipiat.

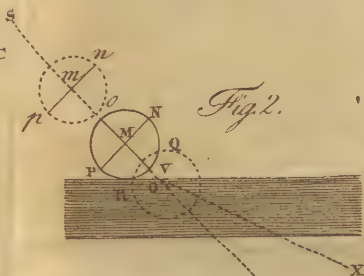
631 *Oppon.* 4. Constans est apud omnes experientia, quosdam morbus lunæ cursu augeri, aut remitti. Medicorum etiam praxis est lunæ aspectus ad remedia opportuno tempore adhibenda observare: imò in gravioribus morbis ægros juxtà lunæ periodum occumbere vulgaris est cantilena: influxus igitur lunares infi-

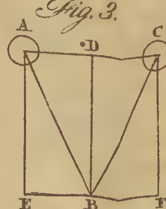
ciari nefas est. R. *neg. cons.* Quidquid enim sit de hujusmodi opinionibus, *rumoribus mecum pugnas; ego autem à te rationes requiro.* Apud hodiernos medicos jam penè exolevit ejusmodi opinio; ac Sanctorii, Rhedi, Freind, aliorumque observationes, lunæ aspectus nihil commune habere cum corporis valetudine demonstrarunt. Et quidem omnes morbos incipere, augeri, extenuari, recrudescere singulis horis, si ad extensionem superficiei terrestris, quæ lunæ phasibus illuminatur, attendas, facilè animadvertes. Quot enim sunt ægrotantes in eodem regno, provincia, imò et in urbe eadem, qui singulis momentis non aggraventur, convalescant, occidant, recreentur? Imò si attentè in quolibet infirmo periodus morbi consideraretur, toto cœlo à luna discrepare candidè confiteri deberemus. Verum errorem auget, et propagat dolosus supputandi modus, qui plerumque adhibetur, ad morborum ingravescentium, aut remittentium periodum investigandam. Plerumque enim à secundo, tertio, quarto etiam ante quadraturam, aut syzigiam die, eorumdem effectus computare incipiunt: unde non mirum est, si morborum omnium periodi in lunam refundantur. Eventus omnes humani hoc modo à luna possunt derivari; quum nihil in rerum natura eveniat, quod quatuor diebus ab aliqua ex phasibus precedente, aut subsequente distare queat.

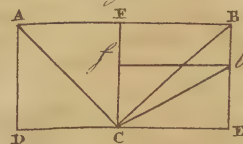
FINIS.

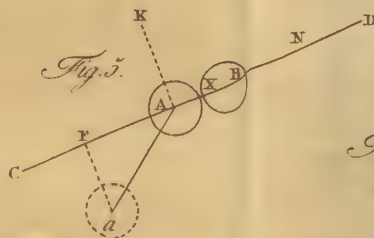
INDEX CAPITUM.

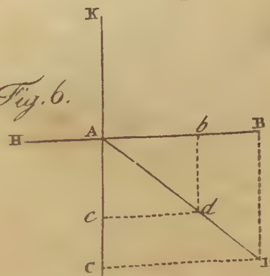

Fig. 1.
A
B
C
X
R
Z
D
S
T
V

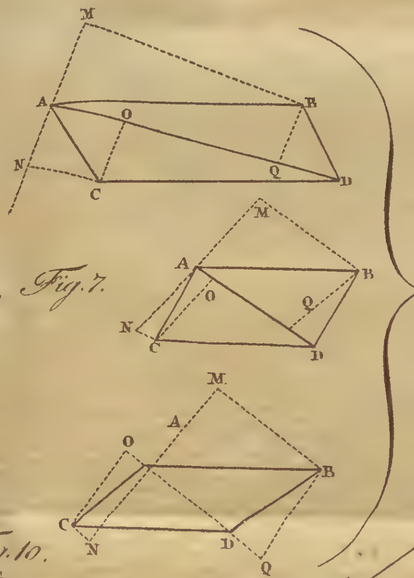

Fig. 2.
S
n
m
p
o
N
M
Q
P
V
R
O
X
T

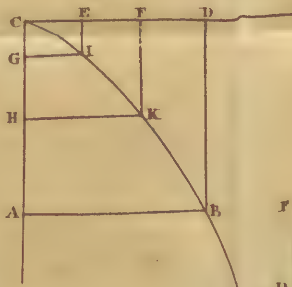

Fig. 3.
A
D
C
E
B
F

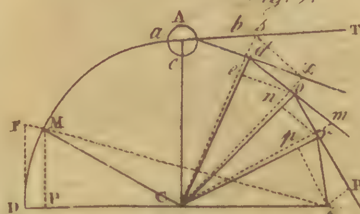

Fig. 4.
A
E
B
f
b
D
C
E

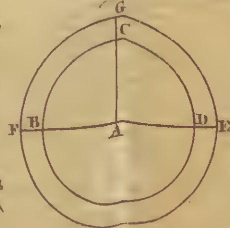

Fig. 5.
K
N
D
X
B
A
F
C
a

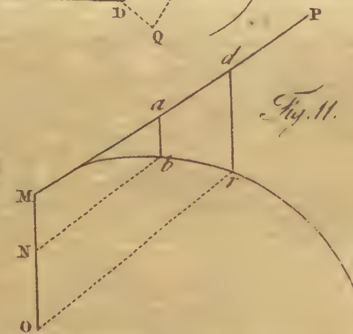

Fig. 6.
K
H
A
b
B
d
c
C
D

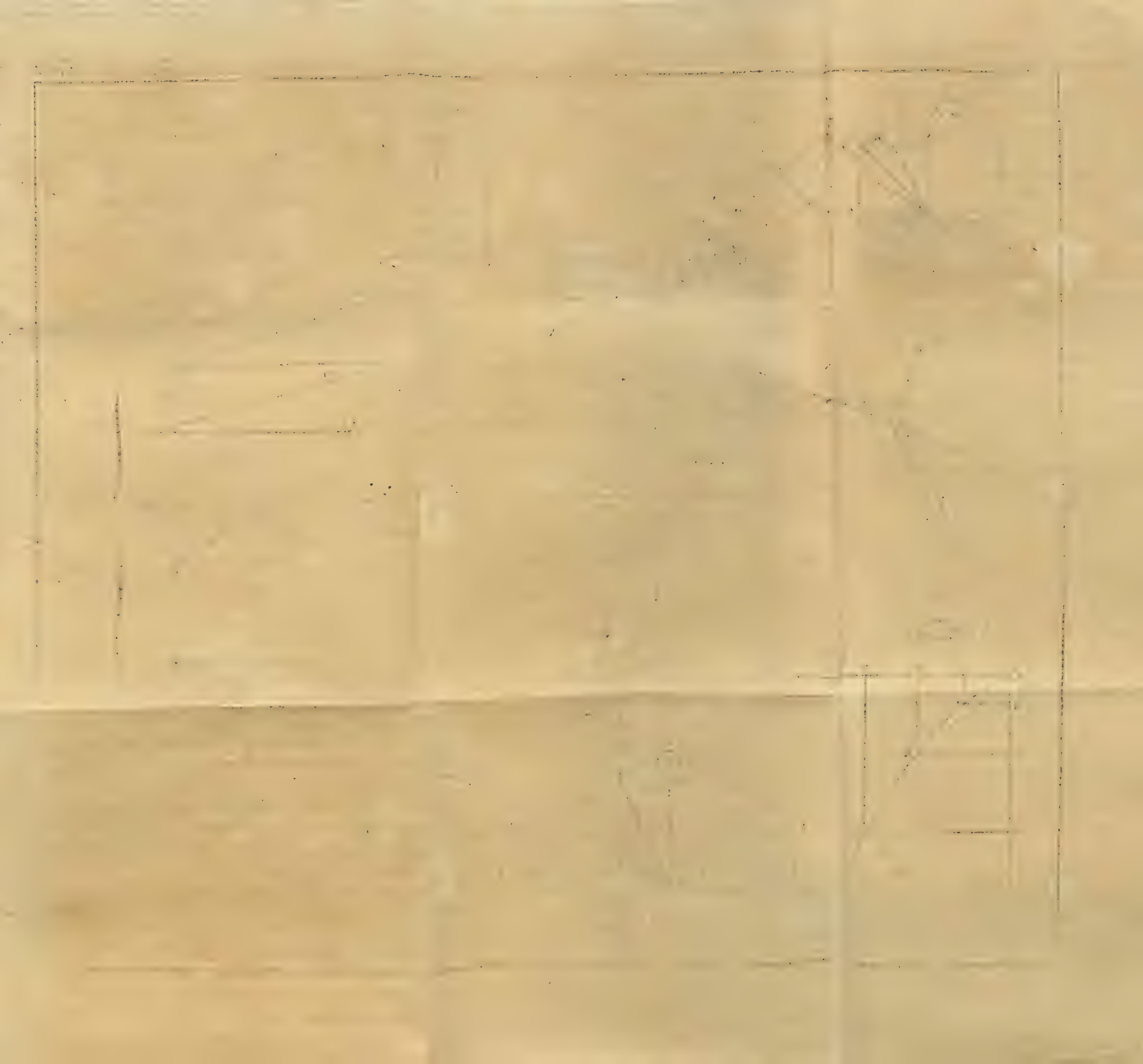

Fig. 7.
M
A
B
O
N
C
Q
D

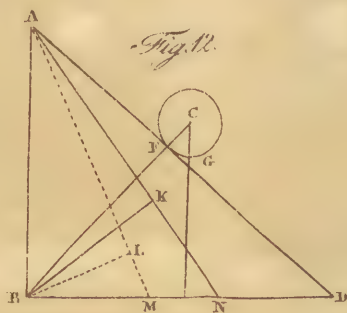

Fig. 8.
C
E
F
D
G
I
H
K
A
B

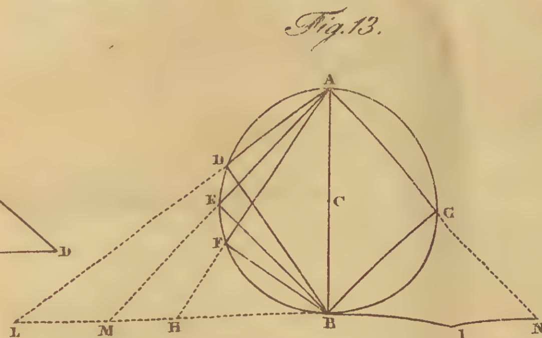

Fig. 9.
A
a
b
T
c
d
e
n
m
F
M
D
P
C
B

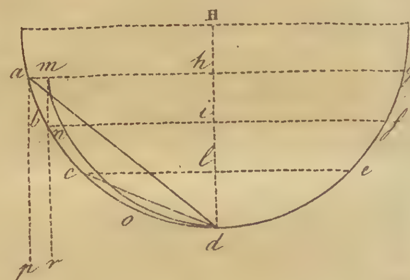

Fig. 10.
G
C
F
B
A
D
E

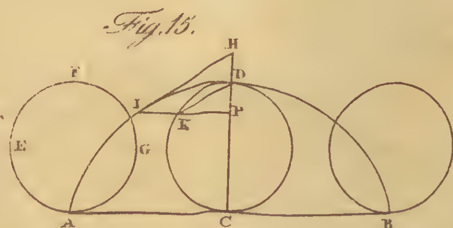

Fig. 11.
P
d
a
b
r
M
N
O

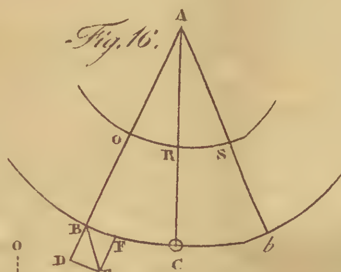


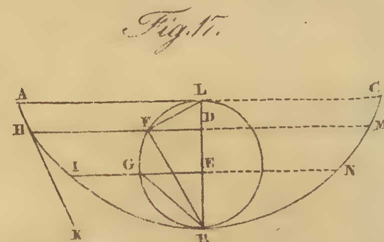

Fig. 12.
A
C
F
G
K
L
B
M
N
D

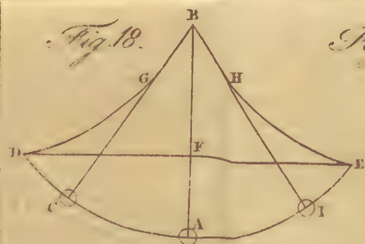

Fig. 13.
A
D
E
C
G
F
L
M
H
B
I
N

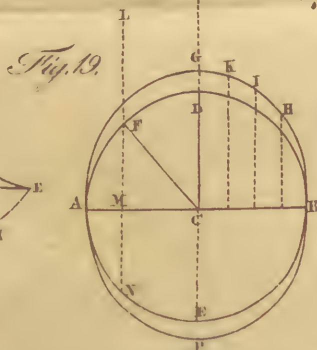

Fig. 14.
H
a
m
h
g
i
f
l
c
e
o
d
p
r

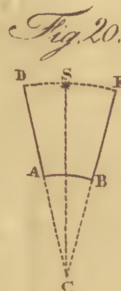

Fig. 15.
H
F
D
I
P
K
E
G
A
C
B


Fig. 16.
A
O
R
S
B
F
D
E
C
b


Fig. 17.
A
L
C
H
F
D
M
I
G
E
N
K
B


Fig. 18.
B
G
H
D
F
E
C
A
I


Fig. 19.
O
L
G
K
I
D
H
F
A
M
C
B
N
E
P


Fig. 20.
D
S
E
A
B
C

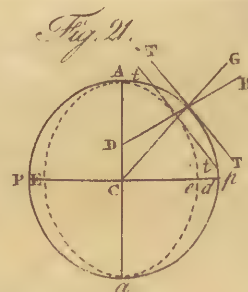

Fig. 21.
T
A
t
G
B
D
T
P E
C
e
d
p
a



Fig. 22.



Fig. 23.



Fig. 24.

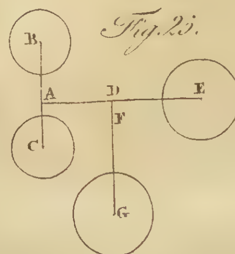


Fig. 25.

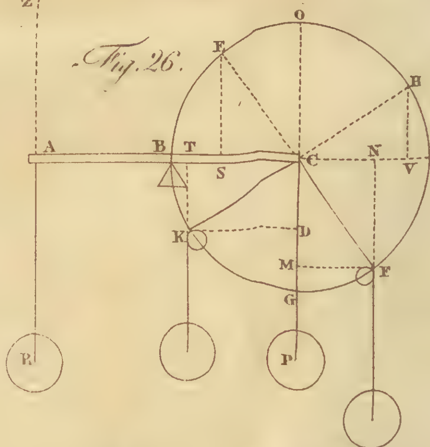


Fig. 26.

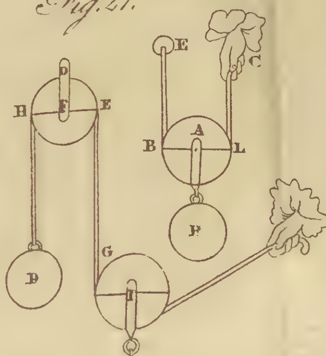


Fig. 27.

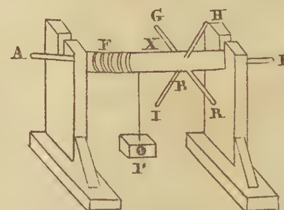


Fig. 28.

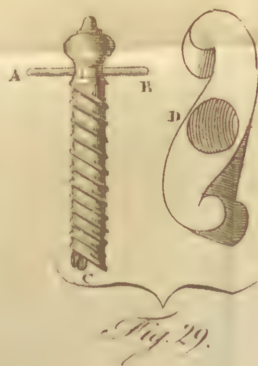


Fig. 29.

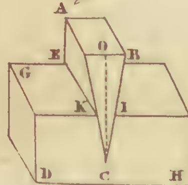


Fig. 30.

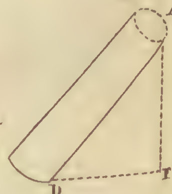


Fig. 31.

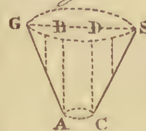


Fig. 32.

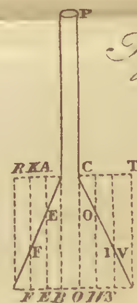
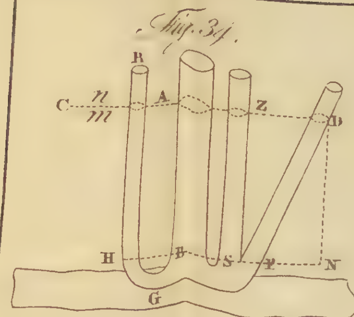
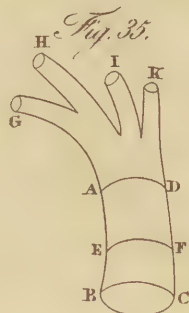
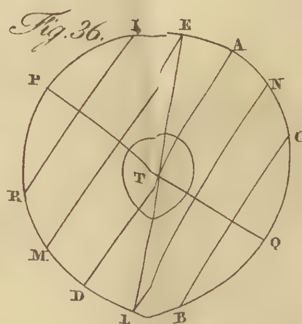
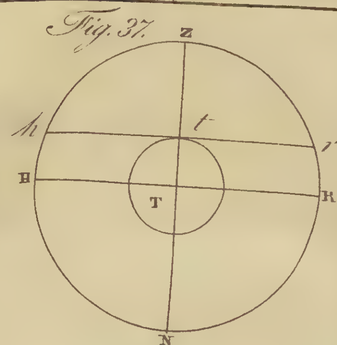


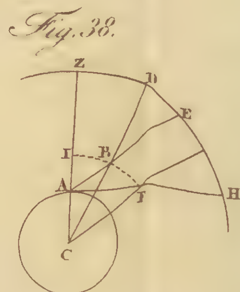
Fig. 33.

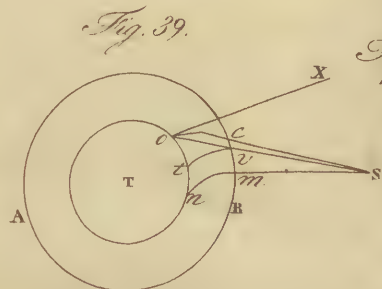

Fig. 34.
B
C
n
m
A
Z
D
H
B
S
N
G

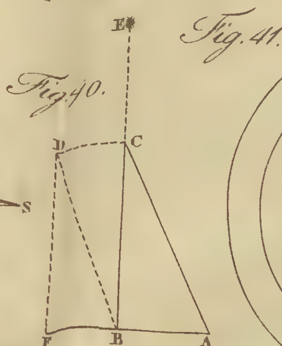

Fig. 35.
H
I
K
G
A
D
E
F
B
C

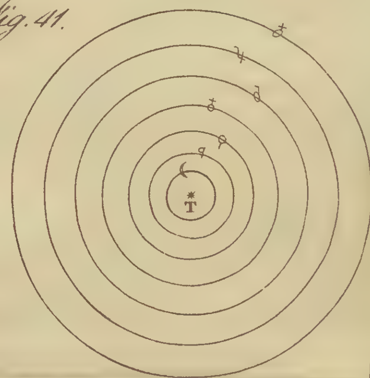

Fig. 36.
I
E
A
P
N
C
R
T
Q
M
D
L
B

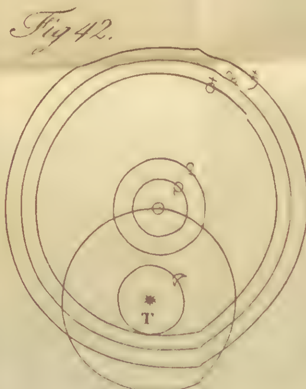

Fig. 37.
Z
h
t
r
H
T
R
N

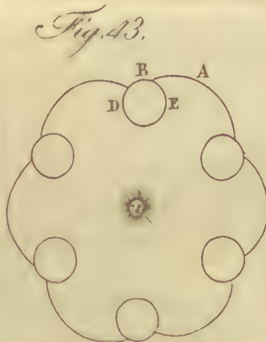

Fig. 38.
Z
D
E
I
B
A
T
H
C

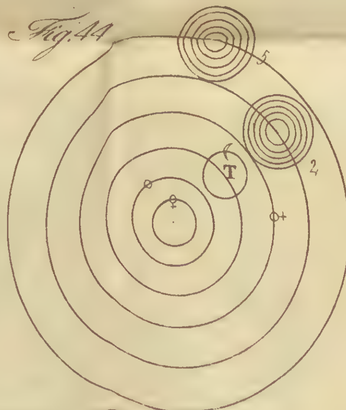

Fig. 39.
X
o
c
T
t
v
S
m
n
R
A

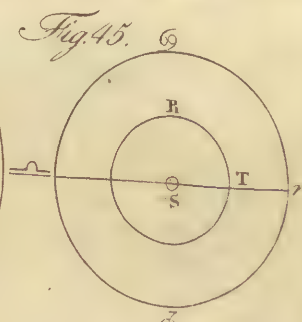

E
Fig. 40.
D
C
F
B
A

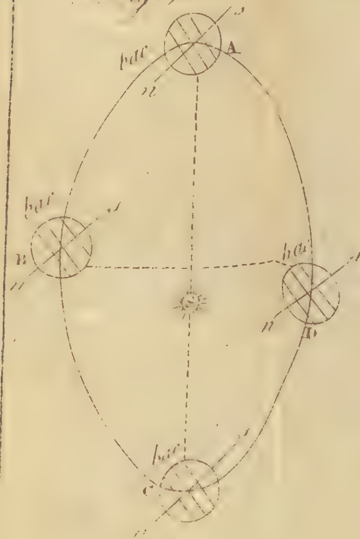

Fig. 41.
T

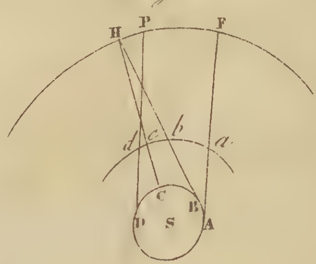

Fig. 42.
T

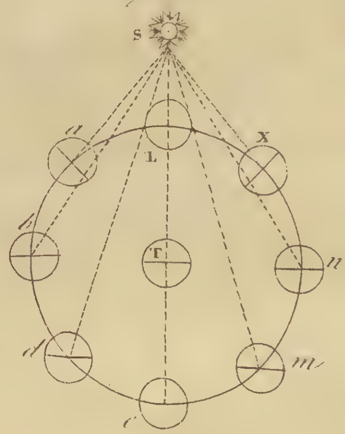

Fig. 43.
B
A
D
E


Fig. 44.
5
T
2


Fig. 45.
R
T
S
r


Fig. 46.
A
B
D
C
n


Fig. 47.
H
P
F
d
c
b
a
C
B
D
S
A


Fig. 48.
S
a
X
L
b
T
n
d
m
c

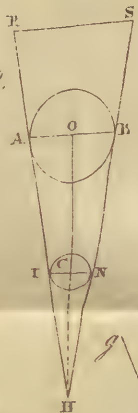
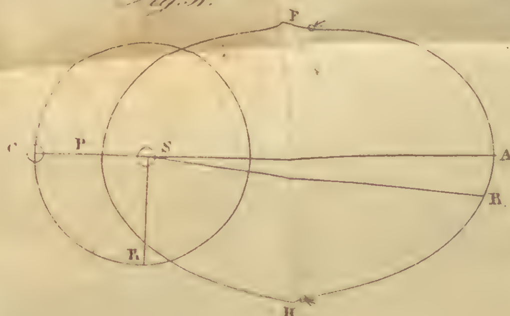
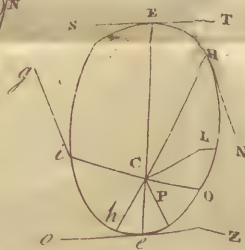
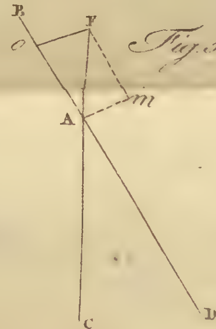
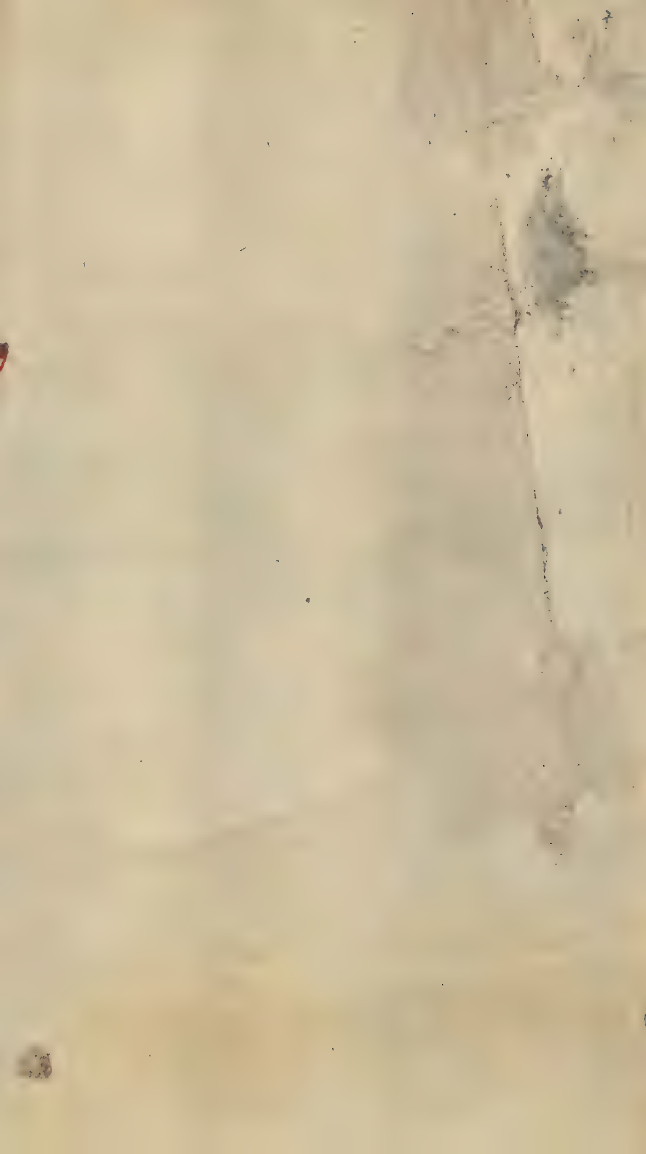

Fig. 49.
R
S
A
O
B
I
C
N
H

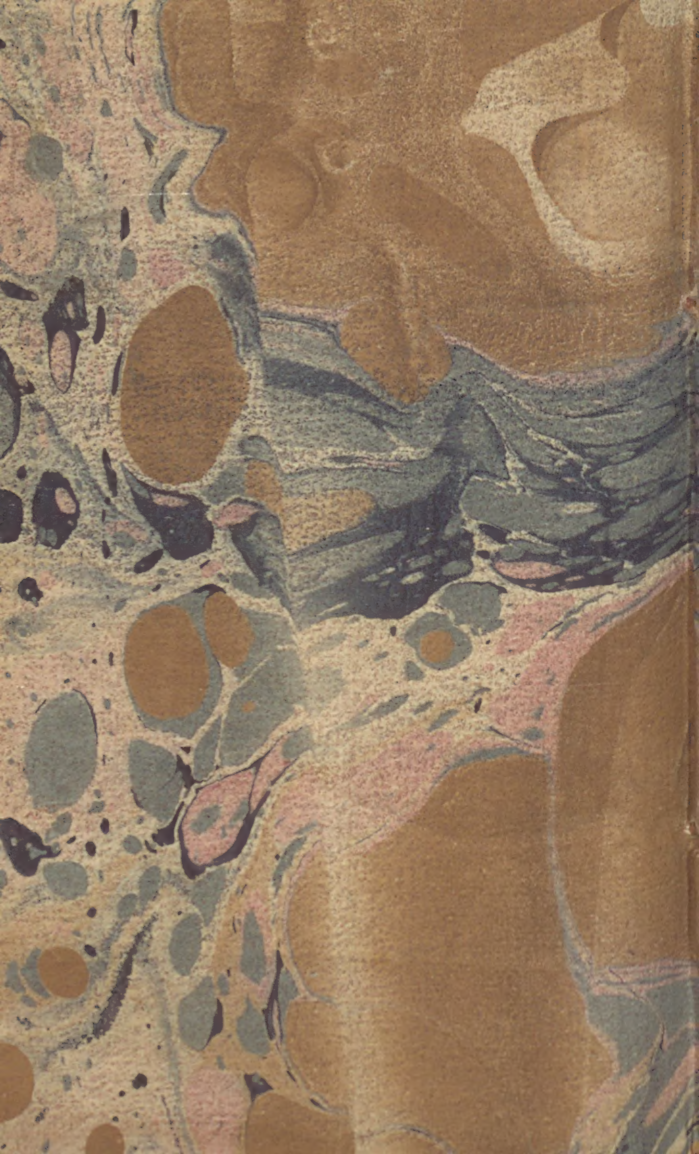

Fig. 50.
A
S


Fig. 51.
F
C
P
S
A
B
E
H


Fig. 52.
S
E
T
H
q
N
L
i
C
P
O
h
o
e
Z


Fig. 53.
B
F
o
m
A
C
D








colorchecker CLASSIC
calibrite
mm